

Aus dem Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie
der Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin

DISSERTATION

**Langzeitergebnisse nach operativer Rekonstruktion des
Akromioklavikulargelenkes mit Polydioxanonsulfat -
Cerclage**

Zur Erlangung des akademischen Grades
Doctor medicinae (Dr. med.)

vorgelegt der Medizinischen Fakultät
Charité – Universitätsmedizin Berlin

von

Jonas Benjamin Braunsdorf

aus

Berlin

Gutachter: 1. Priv.-Doz. Dr. med. S. Greiner
 2. Prof. Dr. med. W. Noack
 3. Priv.-Doz. Dr. med. E. Lais

Datum der Promotion: 05.06.2011

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	6
1.1	ALLGEMEINE EINLEITUNG	6
1.2	ANATOMISCHE GRUNDLAGEN	8
1.3	BIOMECHANIK DES AKROMIOKLAVIKULARGELENKES	12
1.4	VERLETZUNGEN DES SCHULTERECKGELENKES, KLASSIFIKATIONEN	14
1.4.1	<i>Distorsion des Akromioklavikulargelenks</i>	15
1.4.2	<i>Akromioklavikulargelenksluxationen</i>	15
1.4.3	<i>Klassifikation der Schulterreckgelenksluxation</i>	16
1.4.4	<i>Folgen der akuten und chronischen Traumatisierung</i>	19
1.5	THERAPIEOPTIONEN	20
1.5.1	<i>konservative Therapie</i>	21
1.5.2	<i>operative Therapie</i>	22
1.5.3	<i>transartikuläre Techniken</i>	22
1.5.4	<i>extraartikuläre Techniken</i>	23
1.5.5	<i>arthroskopische und minimalinvasive Techniken</i>	23
1.6	<i>operative Versorgung mittels PDS-Cerclage</i>	24
1.6.1	<i>Polydioxanonsulfat</i>	24
1.6.2	<i>Operationstechnik</i>	24
1.6.3	<i>Postoperative Nachbehandlung</i>	25
1.7	FRAGESTELLUNG	26
2	PATIENTEN UND METHODE	27
2.1	PATIENTENKOLLEKTIV	27
2.2	ALTERS- UND GESCHLECHTSVERTEILUNG	28
2.3	SEITENVERTEILUNG DER VERLETZUNG	29
2.4	VERLETZUNGSURSACHEN	30
2.5	OPERATIONSINDIKATIONEN	30
2.6	NACHUNTERSUCHUNGSZEITRAUM	31
2.7	SCORES	32
2.7.1	<i>Constant-Shoulder-Score</i>	32
2.7.2	<i>DASH-Score</i>	37
2.7.3	<i>Subjective Shoulder Value</i>	38
2.8	KLINISCHE NACHUNTERSUCHUNG	39
2.9	RADIOLOGISCHE DIAGNOSTIK	40
2.10	STATISTISCHE AUSWERTUNG	43

3	ERGEBNISSE	44
3.1	AUSWERTUNG DER POSTOPERATIVEN ZUFRIEDENHEIT UND DES SSV	44
3.2	AUSWERTUNG DER KLINISCHEN NACHUNTERSUCHUNG.....	48
3.3	AUSWERTUNG DES CONSTANT SCORES	49
3.4	AUSWERTUNG DES DASH – SCORE	54
3.5	AUSWERTUNG DER RADIOLOGISCHEN ERGEBNISSE.....	59
3.6	KOMPLIKATIONEN.....	65
4	DISKUSSION	66
5	ZUSAMMENFASSUNG	78
6	LITERATURVERZEICHNIS	79
7	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	89
8	DANKSAGUNG	91
9	LEBENS LAUF	92
10	PUBLIKATIONS LISTE	94
11	EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG	95

1 Einleitung

1.1 Allgemeine Einleitung

Verletzungen des Akromioklavikulargelenkes (ACG) und deren Behandlungsmöglichkeiten in Form von zügelnden Verbänden wurden bereits von Hippokrates (460 – 377 v. Chr.) und Galen (129 – 199 n. Chr.) beschrieben (1).

Galen, welcher selbst an Ringwettkämpfen teilnahm und sich eine Dislokation des ACGs zuzog, stellte schon früh die Beziehung zwischen Sport und Schulterbeschwerden dar. Er tolerierte die festen Bandagen schlecht und wurde so zu einem der ersten dokumentierten Patienten, welcher inkompliant war (113).

Medizinische Schriften der Antike belegen die guten Therapieerfolge mittels konservativer Behandlungsmaßnahmen. Hippokrates beobachtete, dass Schwierigkeiten beim Halten des Repositionsergebnisses auftraten und die Verletzung des ACG häufig als Läsion des Glenohumeralgelenkes fehlinterpretiert wurde (113).

Das ACG muss funktionell gesehen, eingegliedert werden in die gekoppelte und multiplanare Funktion des Schulterkomplexes. Gemeinsam mit dem Schultergelenk, dem Sternoklavikulargelenk und dem „Schulterblatt-Thorax-Gelenk“ bildet es die gelenkige Verbindung des Schultergürtels.

Die ACG-Luxation hat immer ein traumatisches Ereignis als Ursache. Es sind überwiegend junge sportlich aktive Patienten betroffen. Innerhalb der letzten 25 Jahre kam es zu einer stetigen Zunahme dieser Verletzung, was man darauf zurückführen muss, dass die sportliche Aktivität der Bevölkerung gestiegen ist.

Wird eine Schulterverletzung nicht richtig diagnostiziert oder falsch behandelt, kann es zu einer erheblichen Einschränkung im täglichen Leben des Betroffenen führen. Eine der häufigsten Spätkomplikationen ist die posttraumatische Arthrose des ACGs; allerdings muss berücksichtigt werden, dass mit steigendem Alter auch bei nicht traumatisierten Schultern in hohem Prozentsatz arthrotische Veränderungen festzustellen sind. Die Inzidenz von degenerativen Veränderungen am Schultergelenk läuft mit zunehmendem Alter gegen 100 Prozent. So ist der Schultergürtel nach den Wirbel- und Kniegelenken der dritthäufigste Manifestationsort degenerativer Prozesse (72).

Luxationen des ACGs sind die dritthäufigste Verletzung des Schultergürtels, sie machen 4-6 % aller Gelenkluxationen aus (54). Nach *Thielke et al.* liegt die Inzidenz bei 3–4 Fällen pro 100.000 Einwohner und Jahr (128).

Eine einheitliche Therapie dieser Verletzungsart gibt es nicht und ist auch heute noch Gegenstand von kontrovers geführten Diskussionen. Zahlreiche Traumafolgen in diesem Bereich können konservativ behandelt werden. Für die gewünschte therapeutische Stabilisierung des ACGs, stehen mehr als 150 verschiedene Operationsverfahren und konservative Behandlungsmaßnahmen zur Wahl (113). Die erste operative Methode wurde 1861 durch *Cooper* (24) beschrieben.

Grundsätzlich können folgende Operationsverfahren unterschieden werden:

1. transartikuläre Prozeduren (4, 6, 38, 92, 112, 149); 2. Dynamische Muskel- und Sehnen transfers (130, 141); 3. korakoklavikuläre Prozeduren mit der Bosworthschraube (14, 135) und resorbierbaren oder nicht resorbierbarem Augmentationsmaterial (6, 52, 53, 65, 75, 94, 95, 101, 103, 108, 142); 4. Rekonstruktion der Ligamente und 5. der Exzision der lateralen Klavikula (103, 141). Des Weiteren konnten sich arthroskopisch durchgeführte Operationen etablieren (21, 42, 67, 82, 139). Bei den etablierten Operationsverfahren existieren lediglich wenige Studien, die mittel- und längerfristige Ergebnisse präsentieren. Zu den neueren Operationstechniken liegen keine mittel- bis langfristigen Verlaufskontrollen vor. Zurzeit gibt es keinen Goldstandard in der Therapie der ACG-Luxation. In der aktuellen Literatur werden sowohl für die konservative als auch für die operative Versorgung zum Teil hervorragende Ergebnisse publiziert.

Die hier vorliegende Arbeit beschreibt anatomische, pathologische, klinisch diagnostische und therapeutische Grundlagen in Bezug auf die traumatischen Verletzungen des ACGs.

Ziel der Arbeit ist es, die mittel- und langfristigen Ergebnisse nach operativer Rekonstruktion des ACGs durch eine PDS-Cerclage nach traumatischer Luxation zu erfassen, Untersuchungsergebnisse darzustellen und diese mit der aktuellen Literatur zu vergleichen.

Weiterhin soll die Korrelation zwischen klinischen und radiologischen Parametern aufgezeigt werden.

1.2 Anatomische Grundlagen

Um eine sinnvolle Einteilung der Verletzung des ACGs vornehmen zu können, müssen einige anatomische Vorbemerkungen gemacht werden.

Die Articulatio acromioclavicularis wird von der Facies articularis acromialis claviculae und von der Facies articularis acromii gebildet; sie wird den Kugelgelenken zugeordnet. Die Gelenkfläche des Akromions ist in seiner Form elliptisch, leicht konkav und nach ventero-medial gerichtet, die der Klavikula ist plan, geringgradig geformt und zeigt nach dorso-lateral. Sie ist im Durchschnitt etwa 9 mm x 19 mm groß (15).

Nach *DePalma* (28) kann man die Gelenkflächen in drei Typen einteilen (siehe Abb. 1). Sie unterscheiden sich in der Torsion der lateralen Klavikula. Dabei variiert der Neigungswinkel zwischen 10° - 50°.

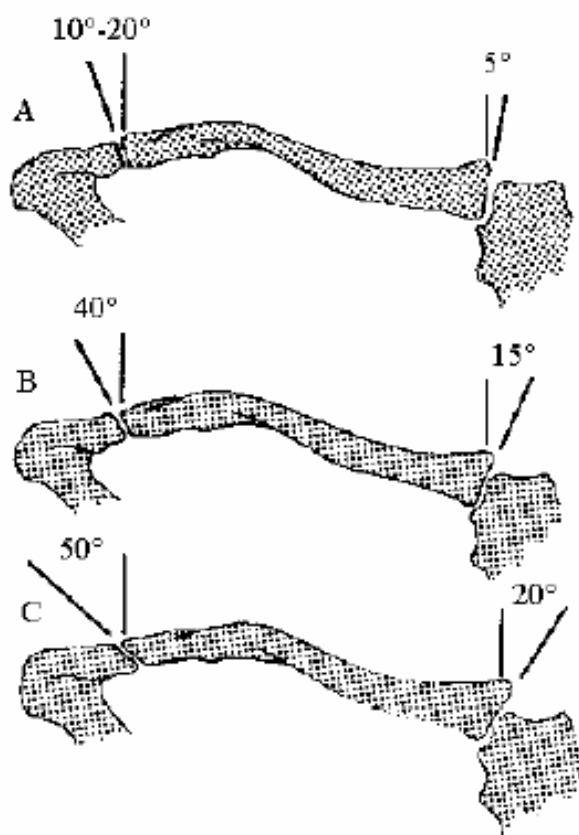


Abb. 1 Die verschiedenen Gelenkstellungen des Akromioklavikulargelenkes

Abbildung aus DePalma, A.F., *Surgery of the Shoulder*, Lippincott, Philadelphia – Toronto (1972)

Die hyaline Knorpeloberfläche des akromialen Teils bleibt bis zur zweiten Lebensdekade bestehen und wird erst anschließend in faserhaltigen Knorpel umgewandelt. Anders der Knorpel der klavikulären Seite, welcher sich bereits in der 30. Schwangerschaftswoche aus hyalinem in faserhaltigen Knorpel entwickelt (63).

Innerhalb des Gelenkes befindet sich zwischen den artikulierenden Flächen ein in seiner Form variabler Diskus, der als eine Art Puffer dient. Zu 72 % sind die Disci meniskusähnlich geformt und reichen von der kranialen Hälfte der Kapselwand bis zur Mitte des Gelenkspaltes (79). Der Diskus kann das Gelenk in zwei getrennte Kammern unterteilen (diskoakromial und diskoklavikulär). Sein Neigungswinkel in der Frontalebene ist sehr unterschiedlich. *DePalma et al.* (27), *Petersson* (107) und *Salter et al.* (118) zeigten, dass mit zunehmenden Alter, der Diskus einer gravierenden Degeneration unterliegt und ihm ab der vierten Lebensdekade keine funktionelle Bedeutung zugeschrieben wird.

Die Gelenkkapsel, die ventral kräftiger ausgebildet ist als dorsal, wird durch statische Stabilisatoren (Bänder) und dynamische Stabilisatoren (Muskeln) verstärkt. Versorgt wird sie durch die A. transversa scapulae, einem Ast des Truncus thyreocervicalis und die V. transversa scapulae. Die Innervation erfolgt durch die Rami articulares des N. suprascapularis und des N. thoracicus ventralis cranialis.

Sensible Äste des N. supraclavicularis aus dem Truncus superior des Plexus brachialis innervieren die Haut über dem ACG und der Klavikula.

Kranial der Kapsel befindet sich das Lig. acromioclaviculare superius, das durch die Faszien des M. deltoideus und des M. trapezius verstärkt wird. Der inferiore Teil des Lig. acromioclaviculare dient der Stabilisierung im unteren Bereich der Gelenkkapsel und hat eine enge topografische Beziehung zum Gleitlager der Sehne des M. supraspinatus. Das Lig. acromioclaviculare verhindert einen Stabilitätsverlust der Klavikula nach hinten und stabilisiert das Gelenk somit in der Horizontalebene. Weiterhin wird das Gelenk durch ligamentäre Verbindungen zwischen Klavikula und Skapula gesichert. Das Lig. coracoclaviculare, welches aus einem vorderen Teil, dem Lig. trapezoideum, und einem hinterem Teil, dem Lig. conoideum besteht, sichert das Gelenk nach kranioventral, und begrenzt die Bewegung vor allem in der Vertikalebene. So wird einer hochgradigen Dislokation der Klavikula entgegengesteuert (44). Das Lig. trapezoideum hat seinen Ursprung am oberen medialen Rand des Proc. coracoideus, posterior der M. pectoralis minor – Sehne (90), setzt an der Linea trapezoidea an und begrenzt die Bewegung nach hinten. Das Lig. conoideum entspringt an der Basis des

Proc. coracoideus, ebenfalls posterior der M. pectoralis minor – Sehne, zieht fächerförmig zum Tuberculum conoideum und limitiert das Bewegungsausmaß nach ventral. Der hintere Anteil des Lig. trapezoideum ist häufig mit dem Lig. conoideum verbunden. Die Bänder stehen senkrecht zueinander und bilden einen nach vorne und medial offenen Winkel, in dem sich häufig die Bursa ligamenti coracoclavicularis befindet.

Kaudal des Rabenschnabelfortsatzes liegen die großen Leitungsbahnen wie der Plexus brachialis und die A. axillaris (85).

Das Lig. coracoclaviculare wird als das wichtigste „Aufhängeband“ der oberen Extremität bezeichnet.

Die mittlere korakoklavikuläre Distanz beträgt nach Bosworth 13 mm (14, 15).

Die Studie von *Bearden et al.* zeigt eine korakoklavikuläre Distanz von 11 bis 13 mm.

Bearden et al. (9) beschreiben weiter, dass eine Vergrößerung der korakoklavikulären Distanz um 25 % bis 50 % eine komplette Zerreißung der korakoklavikulären Bänder zur Folge haben müsste.

Der sich zwischen Akromion und lateralem Ende der Klavikula befindende Gelenkspalt kann radiologisch vermessen werden und beträgt ca. 1 – 3 mm (150). *Petersson* (107) zeigt, dass sich der Gelenkspalt mit zunehmenden Alter verkleinert, so dass eine Spaltbreite von 0,5 mm bei einem 60 jährigen Patienten als normal gilt.

Als pathologisch wird angesehen, wenn er bei Männern weiter als 7 mm und bei Frauen weiter als 6 mm ist.

Mehrere Autoren beschrieben pathologisch-anatomische bzw. Entwicklungsvarianten des ACGs:

Dihlmann (29) berichtete 1987 über eine Fehlbildung des ACGs, die Akromionaplasie sowie über ein dominant-erbliches Fehlbildungssyndrom, die hereditäre Dysplasia cleidocranialis, welche mit verschiedensten Skelettanomalien einhergeht.

Nach *Gagey et al.* (45) differiert die Insertionsstelle des Lig. coracoacromiale am Akromion. Sie kann an der Spitze, am mittleren oberen Teil, dem unteren Anteil oder der Unterfläche des Akromions inserieren.

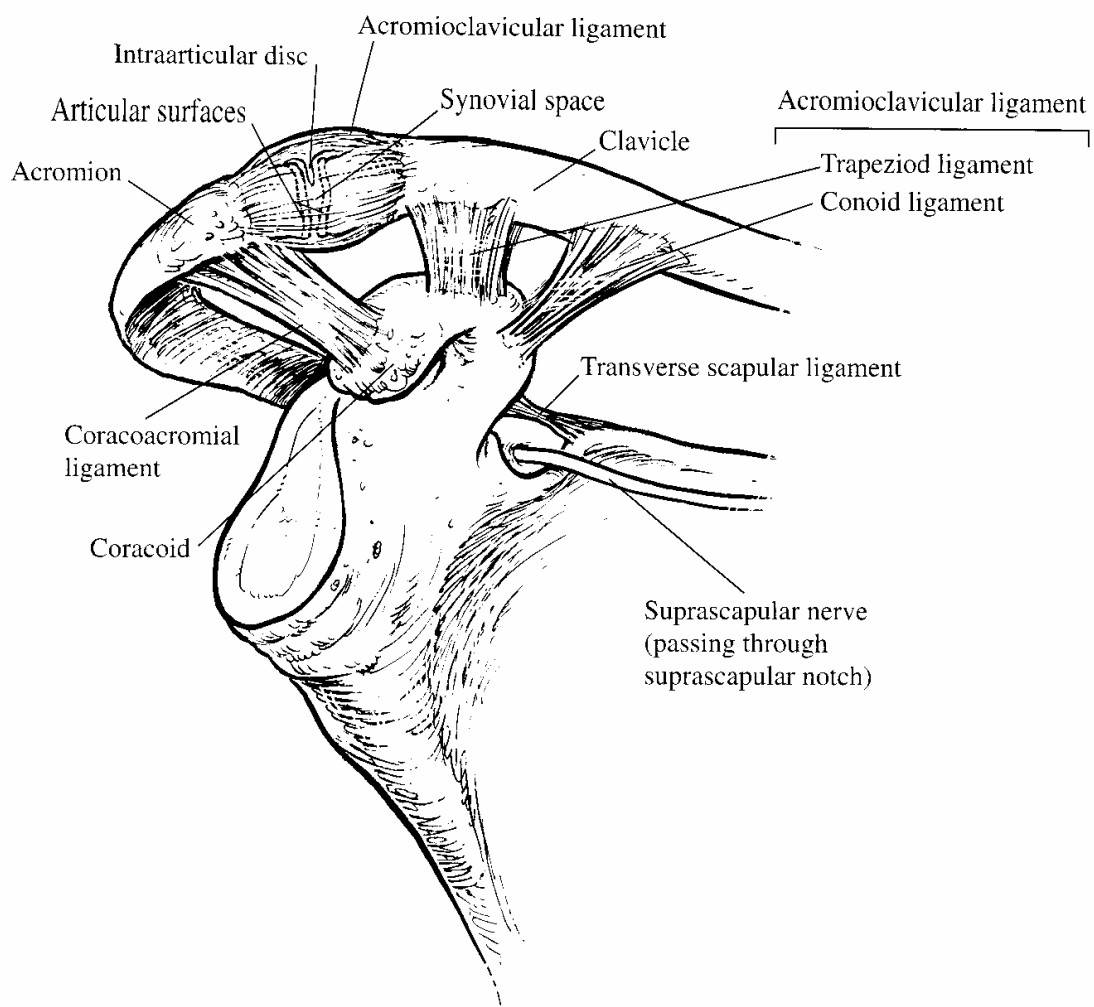


Abb. 2 Anatomie des normalen Akromioklavikulargelenkes; Abbildung aus Ianotti, Disorders of the Shoulder (69)

1.3 Biomechanik des Akromioklavikulargelenkes

Durch das Zusammenwirken von drei echten Gelenken (ACG, Sternoklavikulargelenk, Glenohumeralgelenk) und zwei physiologischen Gelenken wird die freie Beweglichkeit der oberen Extremität gewährleistet. Zu den physiologischen Gelenken zählen das Subakromialgelenk, das zwischen der Unterseite des Akromions und der Oberseite der Rotatorenmanschette gebildet wird, und die skapulothorakale Gleitebene (76). *Rauber und Kopsch* (131) beschrieben, dass an allen Bewegungen des Schultergürtels die *Articulationes acromioclavicularis* und *sternoclavicularis* mitbeteiligt sind. Dabei wird immer auch die Skapula mitbewegt.

Eine isolierte Bewegung im ACG ist somit nach *Rauber und Kopsch* nicht möglich.

Auch *Bosworth* konnte eine isolierte Darstellung des Bewegungsumfanges in einer Studie mit über 1000 fluoroskopisch untersuchten Schultern nicht zeigen (14).

Durch seine zentrale Position ist das ACG eines der am häufigsten bewegten Gelenke des menschlichen Körpers (28) und lässt translatorische Bewegungen nach ventral und dorsal sowie nach kranial und kaudal zu (63).

Der Bewegungsumfang wird nicht durch knöchernen Anteile limitiert, sondern durch ligamentäre Anteile des ACGs und beträgt in der Rotation 20° (70).

Die Bewegung der Klavikula während der Elevation findet in den ersten 30° der Abduktion des Armes statt und ab einer Elevation von 135°.

Nach *DePalma* beteiligt sich das ACG in der Bewegung nach ventral, der Anteversion, maximal mit 20°.

Die Hauptbewegung der Klavikula ist eine Rotation um die Längsachse (25), wobei die maximale Rotation mit 45° bei voller Abduktion erfolgt (71). *Rockwood* (114) umschreibt die Beweglichkeit des ACGs mit 5 – 8° und folgerte daraus, dass eine korakoklavikuläre Verschraubung keine wesentlichen Bewegungseinschränkungen zur Folge hätte.

Aus der funktionellen Anatomie lässt sich herleiten, dass knöchernen Verletzungen bei einem Sturz weitaus weniger vorkommen als ligamentäre Zerreißungen, da Klavikula und Akromion aneinander vorbeigleiten können (138).

In der vertikalen Ebene kann die Skapula im ACG so gedreht werden, dass es zu einem Abkippen des medialen Randes vom Rumpf kommt. Dieses Phänomen bezeichnet man als Flügelbewegung, eine Drehung der Skapula in der Horizontalebene von bis zu 50°, bei der der mediale Skapularand vom Rumpf abgekippt wird. *Rockwood und Young* (114) prägten 1990 hierzu den Begriff der „anterior-posterior-rotation“. Bei einer Elevation des Armes handelt es sich um eine „superior-inferior-rotation“. Hier wird eine Bewegung von 40° im ACG isoliert ausgeführt, in Verbindung mit dem Sternoklavikulargelenk ist eine Bewegung von 60° möglich.

1.4 Verletzungen des Schulterreckgelenkes, Klassifikationen

Läsionen des ACGs sind typische Sportverletzungen, machen jedoch nur einen relativ geringen Teil der Verletzungen des gesamten Bewegungsapparates aus. Aufgrund der subkutanen, muskulär nicht geschützten Lage des ACGs, könnte man annehmen, dass die Inzidenz von Verletzungen sehr hoch wäre (90).

Hingegen sind aber nur 12 % aller Verletzungen des Schultergürtels Dislokationen des ACGs (94). Damit ist die ACG-Luxation die dritthäufigste Verletzung des Schultergürtels nach Frakturen der Klavikula und Frakturen des proximalen Humerus. *Cave* (20) wertete 394 Luxationen des Schulterkomplexes aus. Die Schulterluxation stellte mit 85 % den größten Anteil dar, ACG-Luxationen mit 12 % und Sternoklavikulargelenksluxationen mit 3 % waren weitaus weniger häufig.

Nach *Rockwood und Young* (114) ist die Inzidenz für Verletzungen des ACGs bei Männern fünf bis zehnmal größer als bei Frauen. Inkomplette Dislokationen kommen doppelt so oft vor wie komplette Dislokationen. Trendsportarten wie Inlineskaten weisen eine hohe Verletzungsgefahr auf, genauso wie Fußball, Handball, Fahrrad- und Motorradfahren (138).

Verursacht werden Verletzungen des ACGs meistens durch direkte, seltener durch indirekte Krafteinwirkung (113). Direkte Kräfte wirken vor allem bei einem Sturz auf die Schulter Spitze bei adduziertem Arm. Indirekte Gewalt kann beim Fallen auf die ausgestreckte Hand über den Humeruskopf auf das Akromion weitergeleitet werden.

Das Ausmaß der Verletzung und die Lokalisation sind abhängig von der Schwere und dem Ort der Gewalteinwirkung. Es werden Kontusionen, Distorsionen, Dislokationen und Frakturen unterschieden.

Cadenat (19) kam 1917 zu der Schlussfolgerung, dass schon ein leichtes Trauma zu einer Ruptur des Lig. acromioclaviculare und damit zu einer inkompletten Dislokation des ACGs führen kann. Ein starkes Trauma dahingegen kann zu einer kompletten Dislokation durch eine Zerreißung der akromioklavikulären und korakoklavikulären Kapsel-Band-Strukturen führen. Hierdurch entsteht das klinisch relevante Klaviertastenphänomen, welches sich durch ein Herunterhängen der betroffenen Extremität, und nicht wie oftmals angenommen durch ein Höherentreten der Klavikula, die weiterhin durch die sternoklavikuläre Aufhängung gehalten wird, auszeichnet.

Urist (136) behauptete 1946, dass eine komplette Dislokation auch ohne eine

Verletzung des Lig. coracoclaviculare zustande kommen könne; wie sich durch spätere Untersuchungen erwies, ist dies allerdings nur bei einer teilweisen oder kompletten Proc. coracoideus Abrissfraktur möglich (114).

Kombinierte Verletzungen im Sinne einer ACG-Luxation mit Zerreißung der korakoklavikulären Bänder und einer Abrissfraktur des Proc coracoideus sind extrem selten, so dass bisher 2 Fälle in der Literatur (140, 146) beschrieben wurden.

1.4.1 Distorsion des Akromioklavikulargelenks

Bei einer geringen Kraffteinwirkung kommt es zu einer Distorsion des ACGs. In diesem Fall sind entweder die akromio- und korakoklavikulären Bänder isoliert oder kombiniert gedehnt. Ein Höherentreten der distalen Klavikula kann nicht beobachtet werden (Rockwood I bzw. Tossy I). Wegen der unterschiedlichen Reißfestigkeit rupturieren bei einer Kraffteinwirkung zunächst die akromioklavikulären Bandstrukturen, bevor es zur Zerreißung der korakoklavikulären Bänder kommt.

1.4.2 Akromioklavikulargelenksluxationen

Eine Luxation des ACGs ist immer mit einer Verletzung des Kapsel-Band-Apparates verbunden. Hier kann es zu einer partiellen oder kompletten Luxation der lateralen Klavikula aus dem ACG kommen. Eine Subluxationsstellung kann bei einer Verletzung des Typs II nach Rockwood bzw. Tossy beobachtet werden, wobei die akromioklavikulären Kapselbandstrukturen zerrissen sind, die korakoklavikulären Bänder jedoch unverletzt bleiben.

1.4.3 Klassifikation der Schulterreckgelenksluxation

Die ursprüngliche Beschreibung der pathologischen Veränderungen am ACG lieferte bereits 1917 *Cadenat* (19), beginnend mit der Zerreißung der akromioklavikulären Bänder, gefolgt von der Zerreißung der korakoklavikulären Bändern bis hin zur Involvierung der Mm. deltoidei und trapezoidei mit deren Faszien.

Tossy et al. (T) (133) teilten ACG-Luxationen 1963 in drei Schweregrade ein und beschränken sich auf die radiologische Einteilung der vertikalen Verschiebung des lateralen Klavikulaendes in Relation zum Akromion :

- T I: Distorsion des ACG mit Zerrung oder Teilruptur der Kapsel und des Lig. acromioclaviculare ohne Luxations- oder Subluxationsstellung mit schmerzhafter Schwellung. Röntgenologisch auch unter Belastung keine wesentliche Verschiebung der Klavikula
- T II: Radiologischer Nachweis einer Subluxation durch Zerreißung der akromioklavikulären Bänder, mit möglicher Kapselruptur. Die korakoklavikulären Bänder sind in der Regel nicht verletzt, oder nur angerissen. Es besteht eine Schwellung, Hämatombildung, federnde Fixierung, sowie ein belastungsabhängiger Schmerz.
- T III: Komplette Zerreißung der korakoklavikulären und akromioklavikulären Bänder und der Kapsel, mit deutlicher klinisch und radiologisch nachweisbarer Stufenbildung (Klaviertastenphänomen). Die Trapezius- und Deltamuskulatur sind von der distalen Klavikula abgelöst und ziehen sich reflektorisch zusammen.

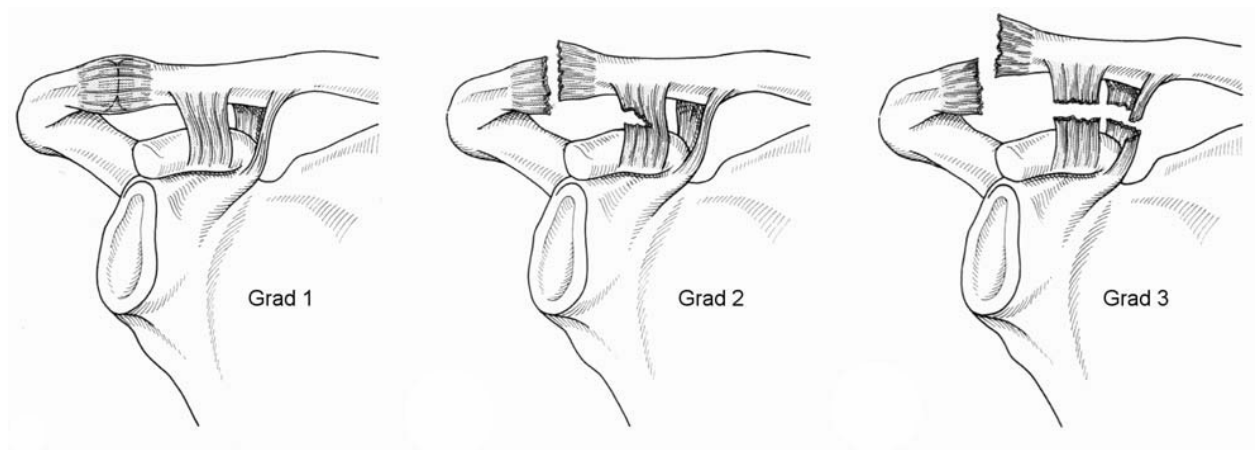


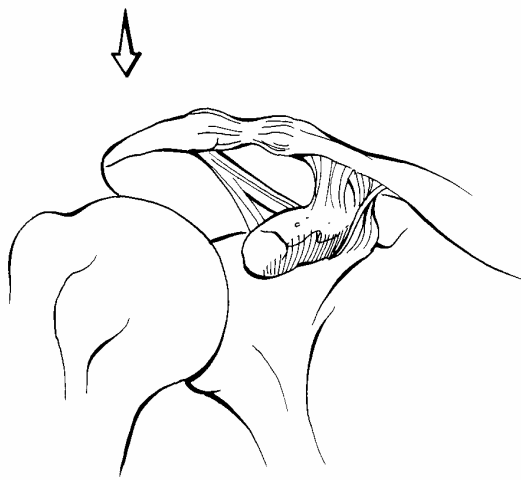
Abb. 3 Klassifikation nach Tossy; Abbildung aus Durst (35)

Bei einer Dislokation der Klavikula um eine halbe Schaftbreite spricht man von einer Subluxationsstellung. Ist sie um eine ganze Schaftbreite disloziert, von einer kompletten Luxation.

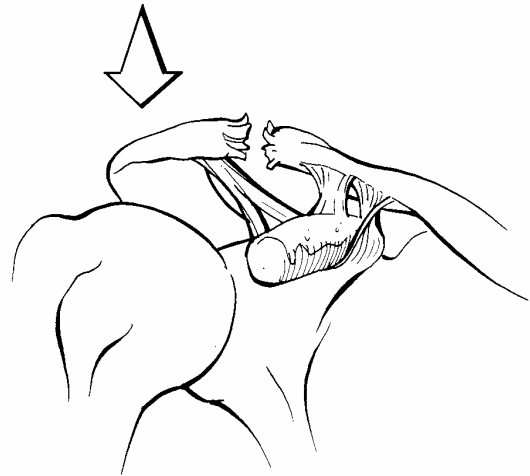
Rockwood und Young (R) (113) erweiterten die Einteilung von Tossy um drei weitere Schweregrade. Zusätzlich erfolgt die Einteilung anhand der Lage der Klavikula in der Horizontalebene. Neben den Bandverletzungen werden auch Verletzungen der Muskelansätze berücksichtigt.

- R I: Distorsion, keine Dislokation, Schwellung, minimale Bewegungseinschränkung, Dehnung des Lig. acromioclaviculare
- R II: Subluxation, Schwellung, Bewegung schmerzhaft eingeschränkt, Ruptur des Lig. acromioclaviculare superior, Dehnung korakoklavikulärer Bänder
- R III: Komplette Zerreißung der korakoklavikulären und akromioklavikulären Bänder und der Kapsel, komplette Luxation des ACG, Klaviertastenphänomen, Abstand zwischen Proc. coracoideus und Klavikula im Vergleich zur Gegenseite vergrößert (25 -100 %).
- R IV: wie R III, jedoch zusätzlich eine Dislokation nach dorsal in oder durch die Trapezoidealmuskulatur. Die Muskelansätze von Deltoideus und Trapezius sind vom lateralen Ende der Klavikula gelöst.
- R V: wie R III, jedoch eine massive Dislokation der lateralen Klavikula nach kranial von 100 – 300 %. Zerreißung der Deltoideotrapezoidal Faszie.
- R VI: komplette Zerreißung der Kapsel-Band-Strukturen, die Klavikula ist nach kaudal unter den Proc. coracoideus oder die Pectoralismuskulatur disloziert; 1987 wurden drei Fälle durch *Gerber und Rockwood* (48) publiziert. Eine weitere Variante, bei der eine subakromiale Luxation der Klavikula vorlag, wurde in 4 Studien beschrieben (78, 98, 99, 117).

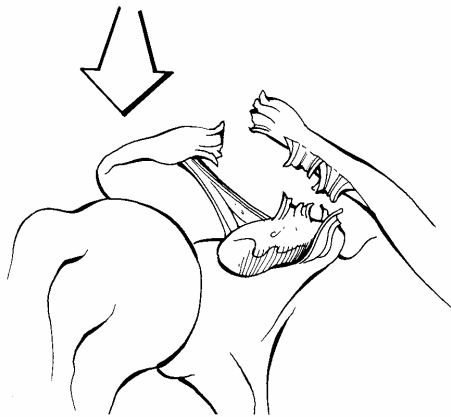
Luxationen des Typs R I und II kommen doppelt so häufig vor wie höhergradige Dislokationen vom Typ III bis VI (20).



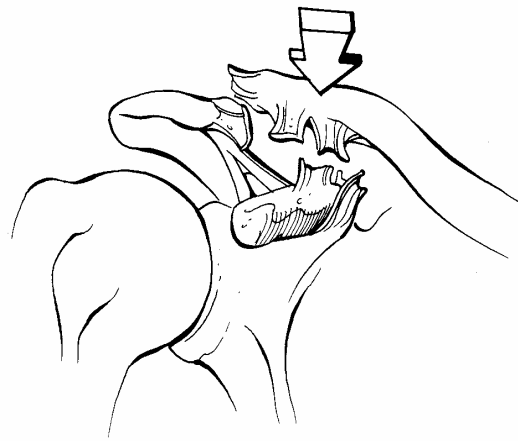
Typ I Verletzung



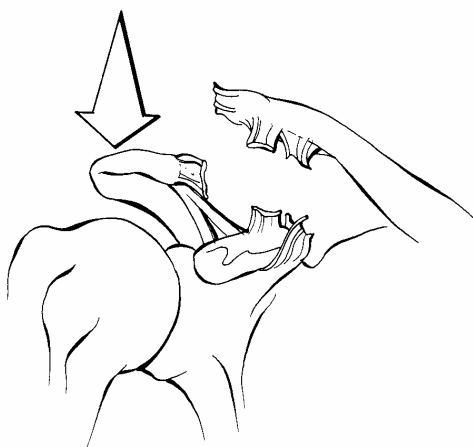
Typ II Verletzung



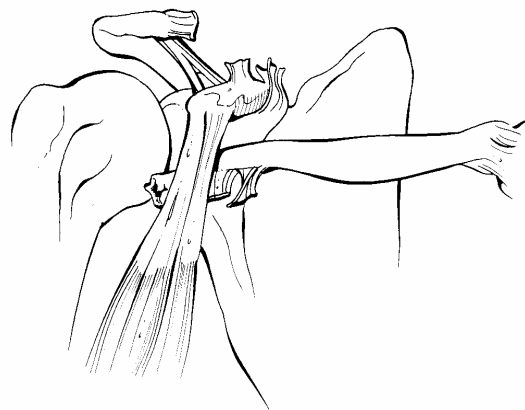
Typ III Verletzung



Typ IV Verletzung



Typ V Verletzung



Typ VI Verletzung

Abb. 4 Klassifikation nach Rockwood; Abbildung aus Ianotti, Disorders of the Shoulder (69)

1.4.4 Folgen der akuten und chronischen Traumatisierung

Verletzungen des ACGs können eine chronische Instabilität des Gelenkes zur Folge haben. Durch Elongation oder Ruptur der traumatisierten Bandstrukturen kommt es zu Subluxations- oder Luxationsstellungen des ACGs. Während eine bestehende Subluxation sekundäre degenerative Veränderung der Knorpelflächen begünstigt, wirkt eine komplette Luxation eher „arthroseprotektiv“, da die artikulierenden Gelenkflächen nicht miteinander in Kontakt stehen. Radiologisch nachweisbare Veränderungen treten zwar mit zunehmendem Patientenalter signifikant gehäuft auf, korrelieren aber nicht obligat mit der klinischen Symptomatik (105). Auch *Needell et.al* und *Stein et al.* (100, 125) zeigten, dass im MRT degenerative Veränderungen bei bis zu 93% der untersuchten Patienten ab dem 3. Lebensjahrzehnt nachweisbar waren, obgleich diese selten mit klinischen Beschwerden assoziiert waren. Nach *DePalma* und *Petersson* (26, 107) sind degenerative Veränderungen des ACG histologisch ab der 2. und radiologisch ab der 3. Lebensdekade zu beobachten. Ab dem 50. Lebensjahr liegen sie nahezu durchgehend vor.

Weitere Komplikationen sind die posttraumatische Klavikulaosteolyse und die Kalzifikation und Ossifikation der korakoklavikulären Bandstrukturen, sowie die Instabilität des Schultergürtels bei kompletter Luxation. *Gumina et al.* (58) beschrieben bei 70% der Patienten mit AC-Gelenksluxationen Grad III nach Rockwood und einer chronischen AC-Gelenkinstabilität eine skapulothorakale Dysbalance.

1.5 Therapieoptionen

Eine R I- und R II-Verletzung wird von 87 % der Kliniken in Deutschland konservativ behandelt. Das konservative Vorgehen beschränkt sich hierbei auf eine Ruhigstellung der betroffenen Schulter in einem Gilchrist- bzw. einem Desaultverband oder einer Trauma-Weste für eine Woche unter einer ausreichenden analgetischen und antiphlogistischen Therapie. Bei einer R III-Verletzung kommen sowohl konservative als auch operative Behandlungsmaßnahmen zur Anwendung.

69 % der behandelnden Ärzte von amerikanischen Profibaseballmannschaften würden eine Verletzung des Typs R III konservativ behandeln (91).

Eine Studie aus dem Jahr 2000 (7) zeigte gleichwertige Ergebnisse im Vergleich zwischen operativer und konservativer Therapie einer R III-Verletzung, jedoch zeigte sich eine geringe Komplikationsrate bei der konservativen Therapie, weswegen die konservative Therapie nach *Bäthis et al.* die Therapie der Wahl bei R III-Verletzungen sein sollte.

Keinen Unterschied zwischen operativem und konservativem Vorgehen bei R III-Verletzungen in Bezug auf die Kraft des behandelten Armes nach 2 Jahren ergab die Verlaufskontrolle einer Studie von *Tibone* (129).

In den letzten Jahren zeigte sich bei der Versorgung einer R III ACG-Luxation insbesondere bei jungen und sportlich aktiven Patienten eine Tendenz zur operativen Therapie. Dies lässt sich damit begründen, dass in diesem Patientenkollektiv nach konservativer Therapie durchaus schlechtere klinische Ergebnisse zu erwarten sind (57). Verletzungen vom Typ R IV – R VI werden zu 99 % operativ versorgt (8).

1.5.1 konservative Therapie

Ansatz der konservativen Therapie der ACG-Luxation ist die Redression bzw. Ruhigstellung des verletzten Gelenkes. Der Verband nach Deubner, der Thoraxabduktionsgips, sowie der Stockgipsverband nach Koch haben in der heutigen Therapie keine wesentliche Berechtigung mehr. Das Mittel der Wahl stellt der lediglich zur symptomatischen Therapie bestimmte Gillchrist-Verband dar, der einfach anzulegen und allseits verfügbar ist (115). Er wird in der konservativen Therapie der ACG-Luxation von den meisten Autoren empfohlen. Hier wird auf eine Reposition verzichtet. Ziel ist eine rein analgetisch-symptomatische Therapie.

Bei allen ruhigstellenden Verbänden stellt das häufige Auftreten von Kontrakturen im Bereich des Schultergelenks nach einer Ruhigstellung der Schulter für vier bis sechs Wochen ein Problem dar.

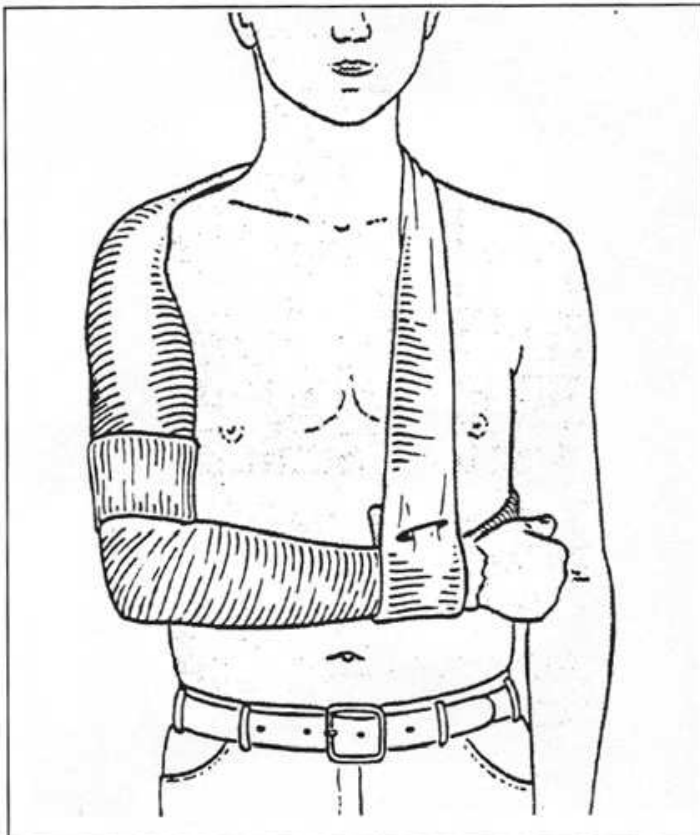


Abb. 5 Gilchrist-Verband; Abbildung aus Schumpelick (120)

1.5.2 operative Therapie

Wie schon eingangs erwähnt, existieren verschiedenste operative Verfahren, um die anatomische Stellung des ACGs zu erreichen. Bei der Versorgung der ACG-Luxation hat sich jedoch bis heute kein OP-Verfahren eindeutig durchgesetzt.

Es lassen sich folgende Gruppen von Operationsverfahren unterscheiden:

1.5.3 transartikuläre Techniken

Die Versorgung mittels perkutan eingebrachter Kirschner-Drähte wurde 1950 durch *Böhler* beschrieben (12). *Balser* (4) stellte 1976 die erste Plattenversorgung des ACGs vor. Hierbei wird nach Reposition der Klavikula der Haken unter dem Akromion platziert und die Platte mit Schrauben auf der Klavikula fixiert. Bei Anwendung dieses Verfahrens kann der Arm postoperativ bis 90° abduziert werden.

Eine Materialentfernung wird nach sechs bis acht Wochen empfohlen.

Weiterentwicklungen der Balser-Platte sind die Wolter-Platte (149) und die Acro-Plate® nach *Dreithaler* (34). Letztere liegt dem Unterrand des Akromions dorsal des ACGs an und befindet sich daher extraartikulär. Die Nachbehandlung erfolgt mittels Gilchrist-Verband für 2-3 Tage. Eine Materialentfernung wird jeweils nach ca. 12 Wochen empfohlen, bis zur Plattenentfernung darf der betroffene Arm bis 90° abduziert und nicht voll belastet werden.

Eine weitere Platte, die zentral mit einem Kugelgelenk ausgerüstet ist, wurde 1983 von *Rahmanzadeh* (138) entwickelt. Es handelt sich hierbei um eine mit zwei Haken bestückte Drei-Loch-Platte, die einerseits im Akromion und andererseits auf der Klavikula fixiert wird. Durch das Kugelgelenk wird eine freie Beweglichkeit der Schulter ermöglicht und krankengymnastische Übungen können bereits einen Tag postoperativ erfolgen.

Die akromiale Drahtnaht nach *Kement* (1922), die Seidennaht nach *Mitchel* (1926), die Operation nach *Dobosio* (1932) und die Operation nach *Fürst* (1933) sind heutzutage lediglich von historischem Interesse (121, 137).

1.5.4 extraartikuläre Techniken

Zur Rekonstruktion, Verstärkung oder dem biomechanischen Ersatz der korakoklavikulären und teilweise auch der korakoakromialen Bänder sind verschiedene Verfahren beschrieben.

Eine 1941 nach *Bosworth* (14) benannte Schraube ermöglicht eine stabile Fixation der Klavikula. Hier wird in die Klavikula mittels Gewindebohrer ein Gewinde von 6,5mm Durchmesser gebohrt. Da der Schaft der Bosworth-Schraube aber nur 4,5 mm misst, entsteht im Bereich der Klavikula ein Pendelloch. Dadurch sind geringe Kipp- und Rotationsbewegungen der Klavikula möglich. Zusätzlich wird die Schraube in der kaudalen Kortikalis des Proc. coracoideus verankert.

Die Materialentfernung erfolgt in der Regel nach 6 – 8 Wochen.

Eine Modifikation stellt die zusätzliche Resektion der lateralen Klavikula dar.

1.5.5 arthroskopische und minimalinvasive Techniken

Viele Autoren (21, 37, 42, 67, 82, 139) beschreiben arthroskopisch assistierte Operationen; *Elser et.al.* stellten 2005 ein Verfahren vor, bei welchem 2 Fadenanker ins Korakoid eingebracht werden. Die TightRope®-Technik wird von den meisten Autoren (42, 67, 139) durchgeführt. Es handelt sich hierbei um ein spezielles Fadensystem mit kippbaren Nahtplättchen (TightRope®, Fa. Arthrex). Ein System, das ursprünglich für die Stabilisierung der tibiofibularen Syndesmose bestimmt war. Es handelt sich um einen runden und einen ovalen Metallknopf, die mit einer doppelt gelegten Schlaufe aus #5 FiberWire® verbunden sind und wie in einem Flaschenzug zusammengezogen werden können (42).

Die MINAR-Technik (143, 144) ist eine minimalinvasive Methode, bei der ein Kippanker mit einem speziellen Instrument durch ein Bohrloch im Proc. coracoideus gedrückt wird.

1.6 operative Versorgung mittels PDS-Cerclage

1.6.1 Polydioxanonsulfat

Das chirurgische Nahtmaterial PDS, der aliphatische Polyester Polydioxanon (Fa. Johnson & Johnson), ist seit 1981 auf dem Markt. Im Gewebe wird der monofile PDS-Faden durch Spaltung der Molekülketten hydrolysiert und vollständig resorbiert (32). Er weist einen doppelt verzögerten Reißkraftabfall und gegenüber dem Copolymer Vicryl® eine fast 3fach verlängerte Resorptionszeit von 180 bis 210 Tagen auf (31). Nach Herstellerangaben liegt die Ausgangsreißkraft bei ca. 570 N, nach 2 Wochen zeigt sich eine verbleibende Reißkraft von ca. 60-75%, nach 4 Wochen von ca. 50-70% und nach 6 Wochen von ca. 35-50%.

Laut einer Studie von *Tienen et al.* (130) verliert eine PDS-Kordel nach 10 Wochen seine Festigkeit, innerhalb dieser Zeit sollte eine stabile Narbe entstanden sein.

PDS scheint ein geeignetes Material für die korakoklavikuläre Augmentation im bradytrophen Gewebe zu sein. Die Form des Nahtmaterials wird unterschieden in kordel- oder bandförmig.

1.6.2 Operationstechnik

Die korakoklavikuläre Bandcerclage mit PDS stellt ebenfalls ein extraartikuläres Verfahren dar. Viele Autoren (11, 39, 40, 52, 53, 56, 65, 66, 80, 88, 94, 108) beschrieben Ergebnisse dieser Methode.

Der Zugang erfolgt über einen ca. 5-7 cm langen Säbelhiebschnitt 1 cm medial des ACGs in Richtung des Korakoids entlang den Hautspaltlinien. Das subkutane Gewebe wird bis auf die deltoideo-trapezoidale Faszie, unter konsequenter Blutstillung freipräpariert. Die Faszie ist meist zerrissen und der Kapsel-Band-Apparat des ACGs subperiostal vom lateralen Klavikulaende abgerissen. Ventralseitig erfolgt weiteres Abpräparieren des M. deltoideus vom lateralen Drittel der Klavikula und Darstellung des ACGs. Falls der Diskus verletzt ist, wird er reseziert. Nach einem Debridement des Gelenks werden die Stümpfe der korakoklavikulären Bänder und der Rabenschnabelfortsatz durch stumpfe und digitale Präparation dargestellt. Um einen

ausreichend weiten Raum für die spätere Passage der PDS-Kordel zu schaffen, wird beidseitig mit einer Overholtklemme um das Korakoid gefahren und dilatiert. Ein Haltefaden wird mit dem Deschamps unter der Korakoidbasis durchgezogen. Anschließend erfolgt das Einbringen eines Bohrloches der Stärke 4 mm in die Klavikula in der Verlängerungslinie des Korakoids. Nun werden die vorher dargestellten Bandstümpfe der Pars conoidea und Pars trapezoidea des Lig. coracoclaviculare, sowie die des Lig. acromioclaviculare mit Bandnähten angeschlungen. Jetzt wird ein PDS-Band der Stärke 7,5 mm unter dem Korakoid durchgezogen und durch das klavikuläre Bohrloch geleitet. Nach Reposition der Klavikula werden die vorgelegten Bandnähte verknotet. Nun wird die PDS-Cerclage angezogen und ebenfalls bei regelrechter Gelenkstellung verknotet. Nachdem der PDS-Knoten in der Tiefe versenkt wurde, wird die Kapsel und die deltoideo-trapezoidale Faszie genäht. Letztendlich erfolgen die Einlage einer Redon-Saugdrainage, ein schichtweiser Wundverschluss, sowie die Anlage eines sterilen Verbandes und einer Gilchristschlinge.

1.6.3 Postoperative Nachbehandlung

Postoperativ werden die Patienten in einer Gilchristschlinge bis zum Abschluss der Wundheilung immobilisiert. Bereits am ersten postoperativen Tag werden unter ausreichender Schmerz- und Kryotherapie leichte Pendelbewegungen des Armes und passive krankengymnastische Übungen durchgeführt. Die aktive und passive Flexion und Abduktion über 90° im Schultergelenk ist in den ersten 2 Wochen untersagt.

Ab der 2. Woche wird die Bewegung zunehmend freigegeben. Bei Sportlern kann ab diesem Zeitpunkt ein gezieltes Muskelaufbautraining beginnen. Schwere körperliche Arbeit und Sport sind in den ersten 12 Wochen nach Operation zu unterlassen.

Unter regelmäßiger Weiterbehandlung sollte eine gänzliche Restitutio ad intergrum mit voller Sportfähigkeit nach 6 Monaten gegeben sein.

Die Arbeitsfähigkeit ist bei körperlich schwerer Arbeit ab der 12. Woche wieder gegeben.

1.7 Fragestellung

Zielsetzung der hier vorliegenden Arbeit ist es, die mittel- und langfristigen Ergebnisse nach operativer Rekonstruktion des ACG durch eine PDS-Cerclage nach traumatischer Luxation zu erfassen, zu untersuchen und mit der aktuellen Literatur zu vergleichen. Dabei wird eine mögliche Häufung in Bezug auf Alter und Geschlecht untersucht. Weiterhin soll die Korrelation zwischen klinischen und radiologischen Parametern, sowie spezifischer Scores aufgezeigt werden.

2 Patienten und Methode

Die vorliegenden Daten wurden anhand einer retrospektiven Auswertung von Patientenakten, Operationsprotokollen, epikritischen Befunden und zweier standardisierter Fragebögen erhoben. Komplettierend zur körperlichen Untersuchung mit Erhebung von Daten nach der Neutral-Null-Methode wurde eine Röntgenpanoramaaufnahmen der Schultern unter Belastung aller 50 Patienten, die zur Untersuchung bereit waren, durchgeführt.

2.1 Patientenkollektiv

Im Zeitraum vom 14.11.1994 bis zum 25.08.2003 wurden in der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie der Charité – Universitätsmedizin Berlin Campus Virchow Klinikum (heute Centrum für Muskuloskeletale Chirurgie, CMSC) 66 Patienten aufgrund einer akuten kompletten ACG-Luxation operativ primär versorgt.

Aufgenommen in diese Studie wurden alle Patienten, die eine akute ACG-Luxation der Verletzungstypen R III – R V aufwiesen, innerhalb 21 Tagen nach Trauma operativ versorgt wurden und keine vorausgegangenen Traumata oder Operationen an der betroffenen Schulter hatten. Ausschlusskriterien waren chronische ACG-Instabilitäten, eine vorausgegangene Verletzung oder Operation der betroffenen Schulter, sowie begleitende Frakturen der betroffenen Extremität und des Schultergürtels.

66 Patienten konnten in diese Studie eingeschlossen, jedoch nur 50 nachuntersucht werden. 16 Patienten erschienen trotz wiederholter schriftlicher und telefonischer Anfragen nicht zur Nachuntersuchung.

Von zahlreichen Patienten, die verzogen waren, wurde die neue Anschrift über das Landeseinwohneramt Berlin angefordert.

Bei 7 Patienten war der neue Wohnort nicht festzustellen. 3 Patienten konnten nicht nachuntersucht werden, da sie ins Ausland verzogen waren; 1 Patient war verstorben, ein weiterer Patient konnte aufgrund einer chronischen schweren Erkrankung nicht nachuntersucht werden.

4 weitere Patienten gaben an, nicht an einer Nachuntersuchung und somit an dieser Studie teilnehmen zu wollen. Dies entspricht einem follow-up von 76%.

Diese Untersuchung fand bei 49 Patienten in den Räumlichkeiten der Unfallchirurgischen Poliklinik des Charité Campus Virchow Klinikums statt, bei einem Patienten wurde ein Hausbesuch durchgeführt.

Da 50 Patienten nachuntersucht werden konnten, werden im Folgenden diese als 100% gewertet.

2.2 Alters- und Geschlechtsverteilung

Das nachuntersuchte Patientenkollektiv bestand aus 50 Personen, 7 Frauen und 43 Männern. Das entspricht einer Verteilung von 14% zu 86% bzw. einem Frauen-Männer-Verhältnis von 1:6,1. Diese Häufigkeitsverteilung ist mit denen in der Literatur angegebenen Zahlen von ca. 1:5 zu vergleichen (114).

Das Durchschnittsalter betrug zum Zeitpunkt der Operation 35,3 Jahre, der jüngste Patient war 15 Jahre alt, der älteste 56 Jahre. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung war das durchschnittliche Alter 41 Jahre (19 – 59 Jahre).

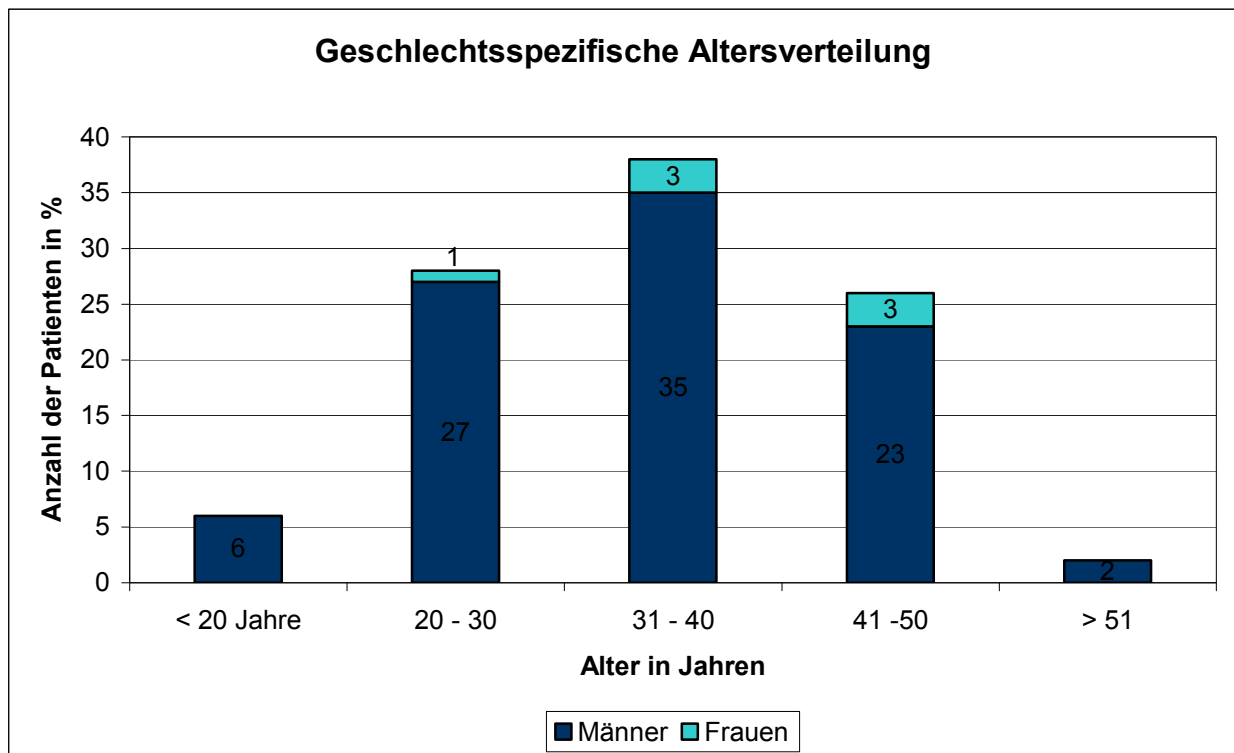


Abb. 6 Altersverteilung Patientenkollektiv in %

2.3 Seitenverteilung der Verletzung

Das Patientenkollektiv besteht aus 44 Rechtshändern und 6 Linkshändern.

Bei 26 Patienten war die Verletzung auf der rechten Seite, bei 24 Patienten war die linke Seite betroffen.

In der Gruppe der Rechtshänder zeigten sich 23 Verletzungen der rechten Seite, 21-mal war die linke Seite betroffen. In der Gruppe der Linkshänder waren 3-mal die rechte Schulter und 3-mal die linke Schulter verletzt und musste operativ versorgt werden.

Somit wurde 26-mal (52%) die dominante Seite operativ versorgt und 24-mal (48%) die nichtdominante Seite.

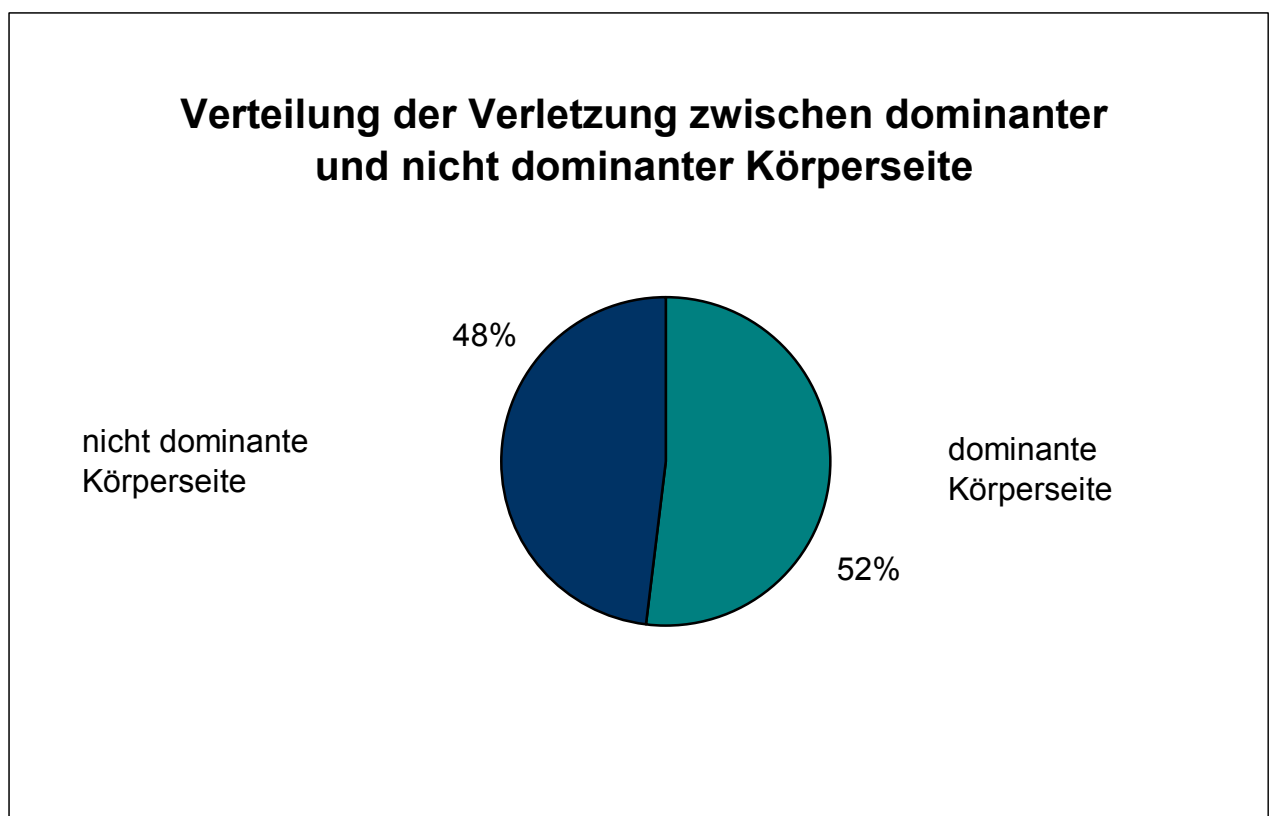


Abb. 7 Verletzungsverteilung

2.4 Verletzungsursachen

Häufigste Verletzungsursachen waren Stürze, gefolgt von Fahrradunfällen und Stürzen beim Fußballspielen. Die einzelnen Verletzungshäufigkeit sind in der folgenden Abbildung gesondert dargestellt.

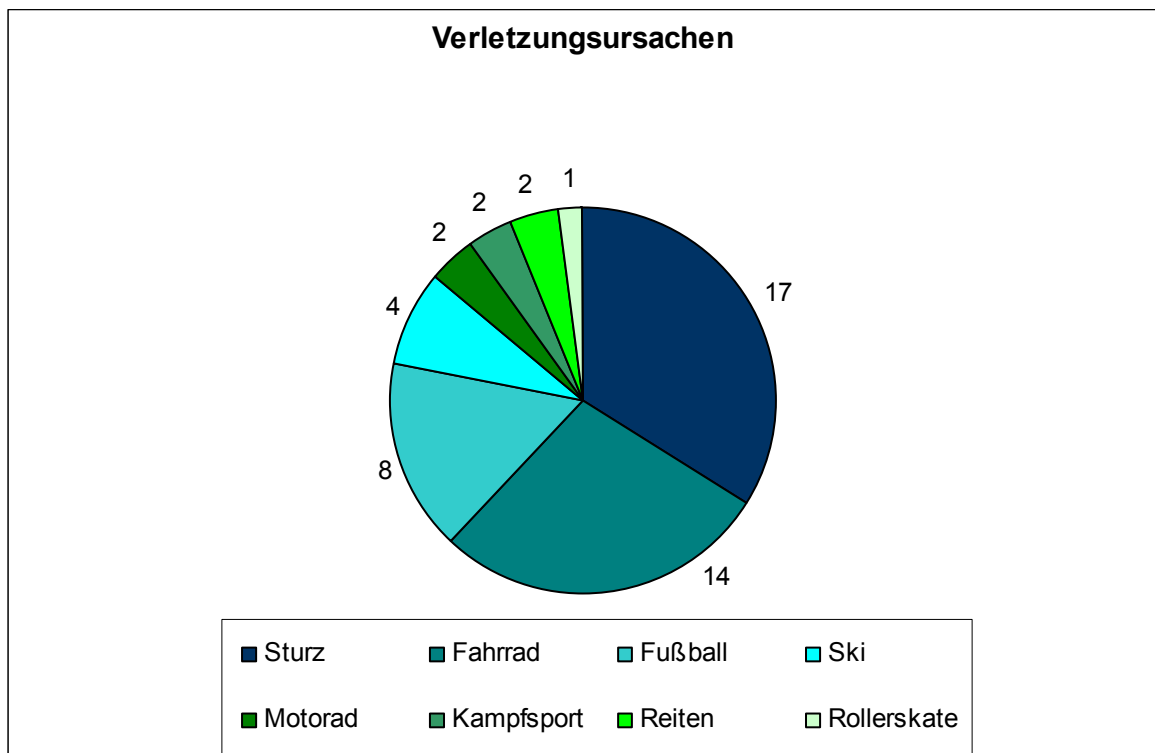


Abb. 8 Verletzungshäufigkeiten

2.5 Operationsindikationen

Die Operationsindikation wurde in allen Fällen aufgrund einer traumatischen ACG-Luxation gestellt. Eingeteilt nach *Rockwood* und *Madsen* hatten 40 Patienten eine R V-Verletzung, 5 eine R III-, und ein Patient eine R IV-Verletzung, vier weitere Patienten wurden zum damaligen Zeitpunkt noch nicht nach der sich später mehr durchsetzenden Rockwoodklassifikation eingeteilt, sondern wurden der Tossyklassifikation zugeordnet. Nach dieser Einteilung wiesen alle Patienten eine T III Verletzung auf. Die Verletzungseinteilung erfolgte prä- oder intraoperativ und wurde den Operationsberichten entnommen.

Die ACG-Luxation war bei 47 Patienten eine isolierte Verletzung, 3 Patienten wiesen Begleitverletzungen auf, welche jedoch nicht an der betroffenen Extremität lokalisiert waren. Sie konnten somit in die Untersuchung einbezogen werden.

2.6 Nachuntersuchungszeitraum

Die kürzeste Dauer zwischen Operation und Nachuntersuchung und Datenerhebung betrug 30 Monate, die längste 121 Monate. Die Untersuchung fand durchschnittlich nach 70 Monaten statt.

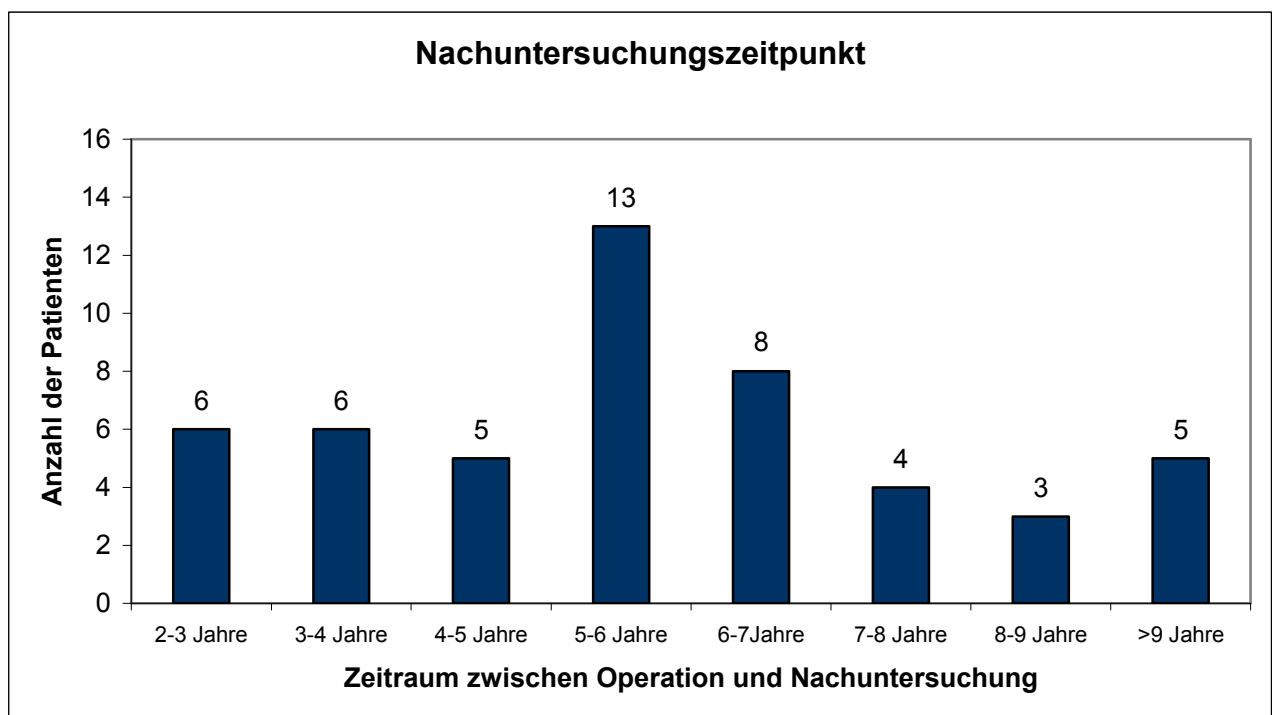


Abb. 9 Nachuntersuchungszeitpunkt nach Operation

2.7 Scores

Die Nachuntersuchung beinhaltete eine Beantwortung bestimmter Fragen in Form von drei standardisierten Fragebögen:

- a) Constant-Shoulder-Score (CSS)
- b) DASH-Score (DASH)
- c) Subjective Shoulder Value (SSV)

Diese wurden in Anwesenheit des Untersuchers in den Räumlichkeiten der Charité Campus Virchow-Klinikum (CVK) erstellt und beantwortet.

2.7.1 Constant-Shoulder-Score

Der Score nach *Constant und Murley* (23) wurde 1987 entwickelt. Er ist ein weit verbreiteter Score zur Beurteilung der Schulterfunktion nach verschiedenen Verletzungen und Erkrankungen der oberen Extremität, und liefert gut reproduzierbare und somit vergleichbare Untersuchungsergebnisse.

Dieser Score ist sensitiv genug, um auch geringe Befundveränderungen zu erfassen und zu beschreiben.

In der vorliegenden Studie wurde der CS postoperativ angewendet, um den Therapieerfolg zu überprüfen und abzubilden, sowie die Ergebnisse mit dem internationalen Schrifttum zu vergleichen.

Der CS ist alters- und geschlechtsunspezifisch und wird einem subjektiven und einem objektiven Teil zugeordnet. Das subjektive Befinden des Patienten wird mit einem Anteil von 35 % in die Auswertung einbezogen. 65% entsprechen den objektiven Untersuchungsbefunden.

Der CS beurteilt vier Kategorien:

„Schmerz“,

„Aktivitäten des täglichen Lebens“,

„Bewegungsumfang (Innenrotation, Außenrotation, Flexion und Abduktion/Elevation)“

und „Kraft“.

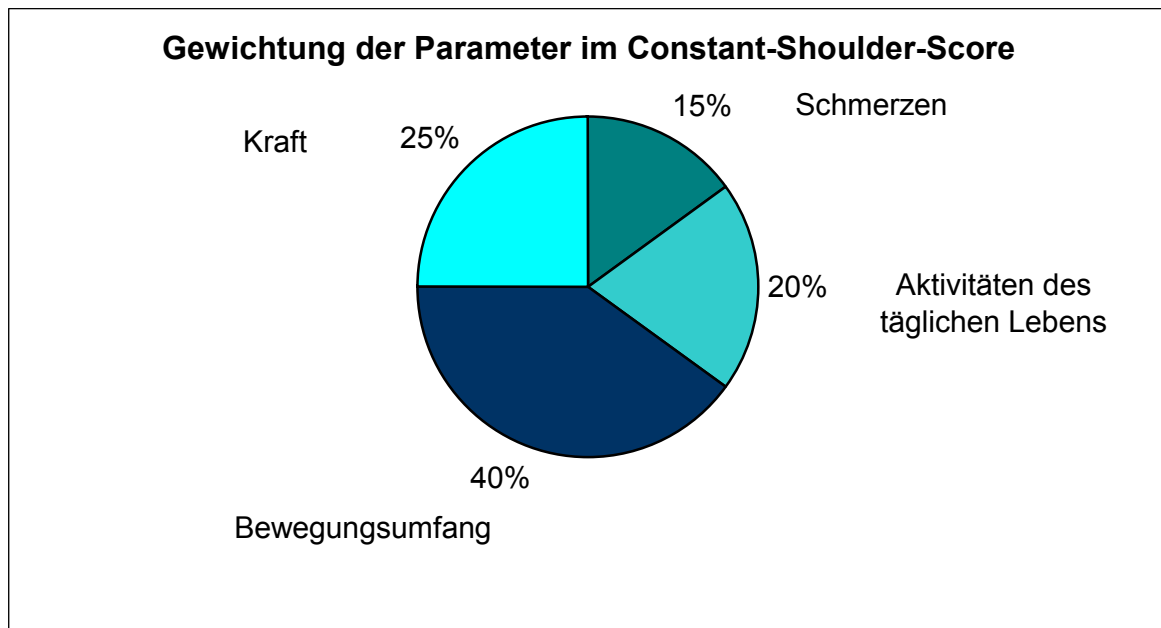


Abb. 10 Verteilung der einzelnen Parameter im CS

Der Patient wird aufgefordert den Schmerzgrad mit einer Ziffer zwischen 0 und 15 zu beschreiben, wobei 0 Punkte maximale und 15 Punkte keine Schmerzen bedeuten. Anschließend wird der Patient befragt, inwiefern bestimmte Tätigkeiten ihn im täglichen Leben einschränken. Hier werden maximal 20 Punkte vergeben.

Die Beweglichkeitsüberprüfung erfolgt über die Messung der Bewegungsausmaße der oberen Extremität nach der Neutral-Null-Methode. Der Patient wird aufgefordert eine maximale Anteversion und Abduktion/Elevation auszuführen.

Die Außenrotation wird anhand der Stellung während des „Nackengriffes“, die Innenrotation über die Stellung während des „Schürzengriffes“ überprüft. Beurteilt wird der schmerzfreie Bewegungsumfang (siehe Abbildungen 11-14).

Es können jeweils maximal 10 Punkte erreicht werden.



Abb. 11 Anteversion

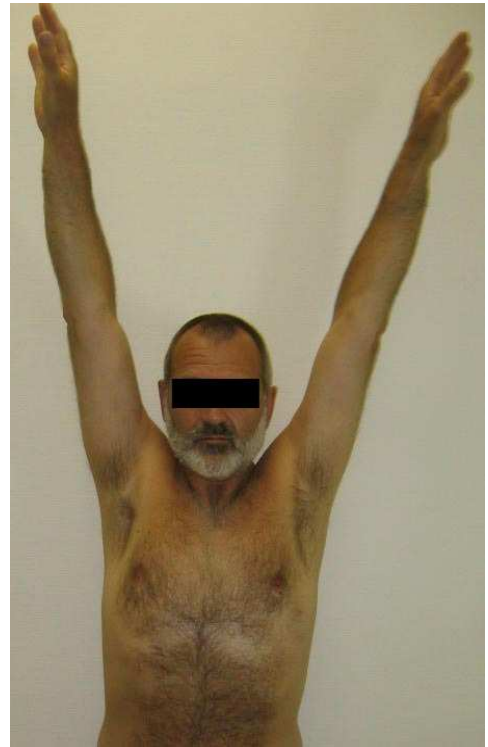


Abb. 12 Abduktion



Abb. 13 Außenrotation (Nackengriff)



Abb. 14 Innenrotation (Schürzengriff)

Die Kraftmessung erfolgte mit dem Nottingham-Mecmesim-Myometer. (siehe Abb.15+16)



Abb. 15 Kraftaufnahme mit dem Myometer



Abb. 16 Nottingham-Mecmesim-Myometer

Der Patient wurde aufgefordert den Arm in eine Stellung mit 90° Abduktion, Innenrotation und leichter Anteversion in der Skapularebene zu bringen. Die Kraftmessung erfolgte durch Aufbau einer isometrischen Gegenspannung gegen die Waage, die Messung wurde pro Seite dreimal in gehaltener Abduktion vorgenommen und in kg gemessen. Nachdem der Mittelwert gebildet wurde, konnte dieser Anhand einer standardisierten Umrechnung einem Punktwert zugeteilt werden. Pro 0,5 kg werden jeweils 1 Punkt bis maximal 25 Punkte vergeben (bei Patienten mit einer Abduktion zwischen 60°-90° erfolgt die Messung in maximaler Abduktionsstellung, bei Patienten mit einer Abduktion <60° werden 0 Punkte vergeben).

Maximal können beim CS insgesamt 100 Punkte, minimal 0 Punkte erreicht werden.

Die erreichte Punktzahl wurde sowohl für die verletzte Schulter aufgenommen, als auch für die nicht traumatisierte. Das Verhältnis der beiden Punktwerte ist als Maß für den Therapieerfolg zu werten, sofern die nicht operierte Schulter nicht vorgeschädigt ist.

Aufgrund von altersbedingten physiologischen Einschränkungen der Schultergelenksfunktion, sowie geschlechtsspezifischen Merkmalen unterscheidet man den Wert des absoluten CS und den des alters- und geschlechtsadaptierten relativen CS (agCS), welcher standardisiert umgerechnet werden kann.

Er wurde sowohl für die operierte Seite als auch für die nicht operierte Schulter aufgenommen und die Ergebnisse ausgewertet. Die nicht traumatisierte Schulter wurde als Referenz herangezogen, sofern diese keine funktionellen Beeinträchtigungen durch arthrotische Veränderungen, andere Traumafolgen, etc. aufwies.

Da es keine primäre Einteilung der Score-Punktzahl nach Constant gibt, wird hier eine Einteilung der qualitativen Bewertung analog zum Neer-Score vorgenommen (132), da beide Scores eine lineare Korrelation zeigen.

Daraus ergibt sich folgende Einteilung für die qualitative Bewertung:

100 – 90 Punkte	–	„sehr gut“
89 – 80 Punkte	–	„gut“
79 – 70 Punkte	–	„befriedigend“
< 70 Punkte	–	„schlecht“

Die radiologischen Untersuchungsergebnisse werden in diesem Score nicht berücksichtigt, da die Veränderungen im Röntgenbild häufig nicht mit den klinischen Untersuchungsbefunden korrelieren (22, 23).

2.7.2 DASH-Score

Der DASH-Score wurde 1996 von der "American Academy of Orthopedic Surgeons" mit dem „Institute for Work and Health“ und dem "Council of Musculoskeletal Specialty Societies" (MODEMS) entwickelt (68). Seit 1997 liegt eine deutsche Übersetzung vor, die 1999 publiziert wurde (50). Eine Standardisierung und Validierung erfolgte in Deutschland durch Germann et. al. (49).

Dieser Score kommt bei verschiedenen Krankheitsbildern zur Anwendung und wird dieser Studie zu Grunde gelegt. In den letzten Jahren zeichnete sich eine Entwicklung ab, in der nicht nur die überwiegend funktionellen Gegebenheiten aufgenommen wurden (CS), sondern die patientenorientierte Evaluation in den Mittelpunkt gelangte. Die Fragebögen erfassen Daten zur Wiedererlangung von Routineaktivitäten im täglichen Leben (33) und werden als „self-report“ – Fragebögen bezeichnet.

Sie beurteilen die Globalfunktion der oberen Extremität und erlauben eine Aussage bezüglich Funktion, Symptomen und spezieller Aktivität.

Der DASH besteht aus drei Teilen (A, B, C) und untersucht:

Teil A Funktionseinschränkungen,

Teil B Beschwerdesymptomatik,

Teil C für Sportler und Musiker relevante Problemfelder.

Teil A und B umfassen insgesamt 30 Fragen, welche in dieser Studie ausgewertet wurden. Teil C ist fakultativ und wurde hier zur Auswertung nicht herangezogen.

Der Patient wird gebeten, Fragen zu Aktivitäten des täglichen Lebens zu beantworten und zu beurteilen, wie leicht oder schwer ihm diese fallen. Es wird ausschließlich die subjektive Wahrnehmung des Patienten in Bezug auf seinen derzeitigen Zustand erfasst.

Die Beantwortung der Fragen erfolgt anhand einer Skala von 1 bis 5 Punkten. 1 Punkt ist gleichzusetzen mit „keine Schwierigkeit“ und 5 Punkte mit „nicht möglich“.

Von den gestellten 30 Fragen müssen zur Auswertung des Tests mindestens 27 beantwortet sein.

Zur Berechnung des DASH-Punktwertes werden die Antwortpunktwerte der Fragen 1 bis 30 addiert, sie bilden den Rohwert. Da pro Frage maximal 5 Punkte erreicht werden können, resultiert ein maximaler Rohpunktwert von 150 Punkten. Es können mindestens 30 Punkte erreicht werden, da es für jede Antwortmöglichkeit wenigstens einen Punkt gibt. Somit liegt der Streubereich bei 120 Punkten. Von der erreichten Gesamtpunktzahl des Scores werden 30 Punkte subtrahiert und anschließend durch die Score Range [in diesem Fall (Teil A und B) 1,2] dividiert. Somit können minimal 0 Punkte und maximal 100 Punkte erreicht werden.

Ein DASH-Punktwert von 0 entspricht einem Ergebnis mit optimaler Funktion ohne Behinderung. Ein DASH-Punktwert von 100 entspricht einer maximalen Behinderung.

Zur Errechnung des DASH-Punktwertes benutzen wir folgende Formel:

$$\text{DASH Punktwert} = \frac{\text{Rohwert} - 30 \text{ (Minimalpunktzahl)}}{1,20 \text{ (Bandbreite)}}$$

Als Vorteile des DASH-Scores sind anzusehen, dass der Patient den Score von zu Hause aus ausfüllen kann und keine Röntgenaufnahme erfolgt.

Daher bietet sich dieser Score als geeignetes Instrument für die Verlaufskontrolle zeitlich länger ausgerichteter Studien an (33). Dass der DASH ein verlässliches und veränderungssensitives Instrument ist und Veränderungen im Verlaufe einer Erkrankung aufdecken kann zeigte die Studie von *Westphal et al.* (145).

Jester et al. (74) konnten nachweisen, dass dieser Score geeignet ist, diagnosespezifische Aktivitätsprofile zu erstellen. Zudem wird die Zuverlässigkeit der subjektiven Einschätzung des Patienten wiedergespiegelt. Dies ist für die nachträgliche Beurteilung therapeutischer Interventionen interessant, da einzelne Verletzungen unterschiedliche Funktionseinschränkungsprofile haben.

2.7.3 Subjective Shoulder Value

Der SSV (43, 47, 51) ist ein rein subjektiver Score zur Beurteilung der Schulterfunktion. Die Patienten werden gebeten, die Globalfunktion ihrer Schulter zu beurteilen. Hierzu soll die optimale Funktion ohne Schmerzhaftigkeit mit 100 Punkten gleichgesetzt werden. Werte von 0 – 100 Punkte können genannt werden.

2.8 Klinische Nachuntersuchung

Alle Patienten wurden einer einheitlichen ausführlichen ärztlich-klinischen Nachuntersuchung unterzogen.

Der Patient misst den Therapieerfolg und damit die Leistung des Arztes an der für ihn resultierenden Lebensqualität und seinem „outcome“ (134), somit ist eine Erfassung sowohl von subjektiven als auch objektiven Parametern wichtig, da nicht selten eine Diskrepanz zwischen diesen besteht (132).

Neben der Durchführung des CS, des DASH-Scores und dem SSV erfolgten die Aufnahme einer exakten Anamnese, sowie die ausführliche Dokumentation des klinischen Untersuchungsbefundes.

Die Patienten wurden gebeten ihre Zufriedenheit über das Operationsergebnis in die Kategorien „sehr gut“, „gut“, „befriedigend“ und „schlecht“ einzuordnen. Diese Einteilung wird im Folgenden mit der subjektiven Patientenzufriedenheit gleichgesetzt.

Da nach *Tingart et.al.* (132) der Zeitpunkt der Befragung von großer Wichtigkeit ist, wurde diese, wie dort beschrieben, zu Beginn der Nachuntersuchung durchgeführt, um eventuelle Beeinflussungen und Suggestionen durch eine vorausgegangene Untersuchung auszuschließen.

Es wurden verschiedene passive und aktive Beweglichkeits- und Krafttestungen durchgeführt, wobei nur das Abweichen der Norm dokumentiert wurde. Hierunter fallen der M.-supraspinatus-Test nach Jobe, der M.-subscapularis-Test, der M.-infraspinatus-Test, der Horizontalverschiebetest der lateralen Klavikula und die Provokation des Klaviertastenphänomens.

Eine klinische Überprüfung einer Arthrose des ACGs erfolgte anhand des Bodycross-Test, welcher einen Schmerz speziell im ACG provoziert, wenn pathologische Befunde vorliegen (90). Hierbei führt der Patient den 90° abduzierten Arm vor dem Körper in eine maximale Horizontalflexionsstellung (Abb. 17). Durch Palpation des Schulterdeckes können schon bestehende Schmerzen des ACG Schmerzen verstärkt werden.

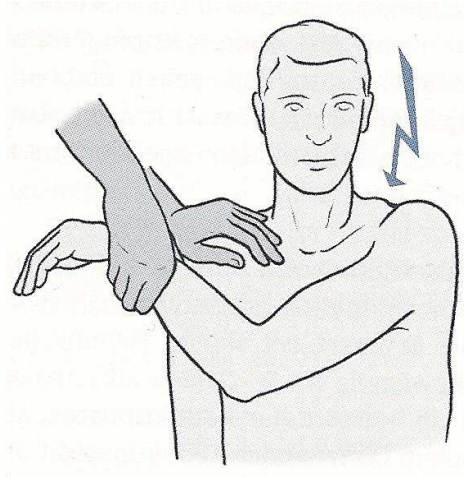


Abb. 17 Bodycross-Test; Abbildung aus Wirth et al. (148)

2.9 Radiologische Diagnostik

Die Standarddiagnostik zur Beurteilung von Erkrankungen des Schulterreckgelenkes beinhaltet, neben der anamnestischen Befragung und der klinischen Befunderhebung, die Anfertigung von Röntgenbildern. Da im CS radiologische Befunde nicht berücksichtigt werden, wurde für die vorliegende Studie eine Panoramaröntgenaufnahme mit 10kg Belastung angefertigt, um standardisiert Abstände ausmessen und auswerten zu können.

Die Röntgenaufnahmen wurden sowohl präoperativ zur Diagnosesicherung, als auch postoperativ zur Kontrolle angefertigt und miteinander verglichen.

Bei der Durchführung der Panoramaröntgenaufnahme wurde darauf geachtet, dass die Gewichte frei an den Handgelenken hängen, um eventuell bestehende Restinstabilitäten durch die Belastung zur Darstellung bringen zu können.

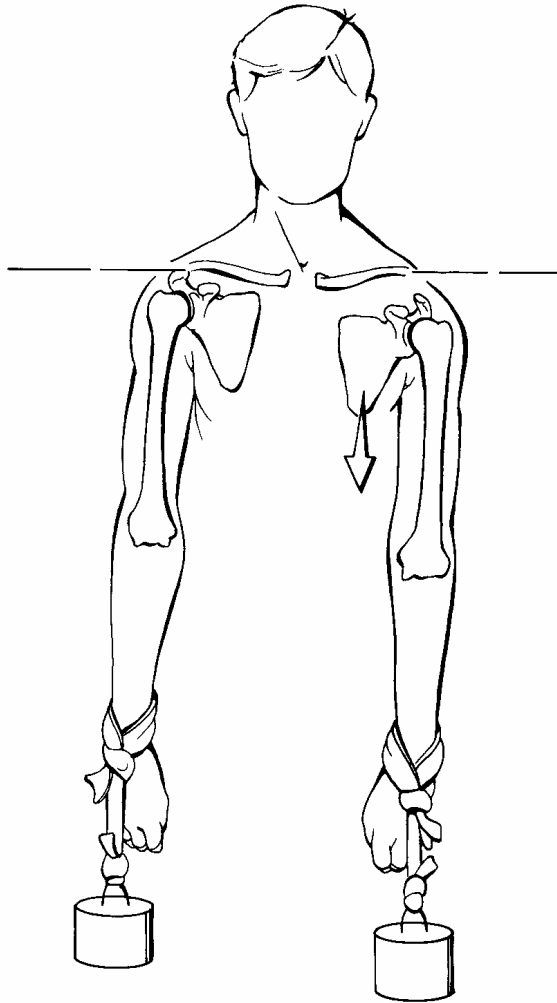


Abb. 18 Panoramaaufnahme a.-p. mit Belastung; Abbildung aus Ianotti, J. P., Disorders of the Shoulder (69)

Die folgende Abbildung zeigt eine Panoramaaufnahme mit je 10 kg Belastung und Nachweis einer ACG-Luxation Typ R V auf der linken Seite.

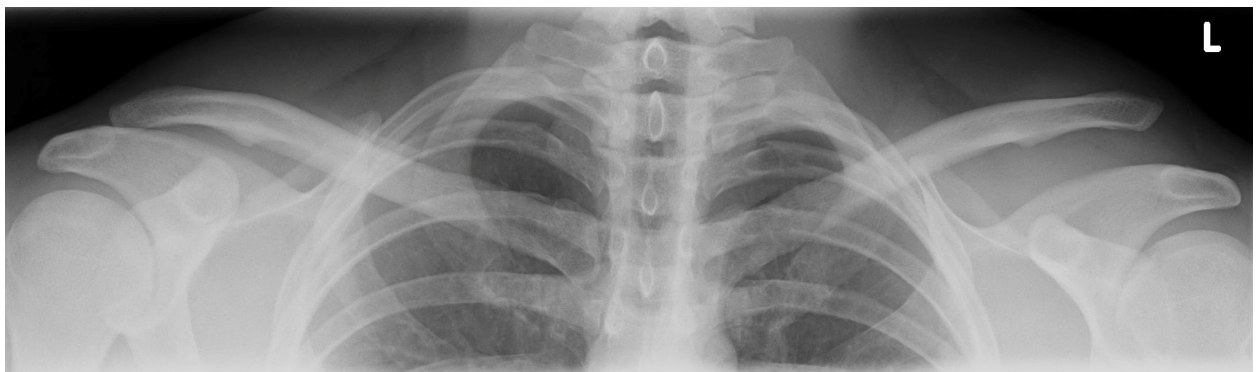


Abb. 19 Panoramaaufnahme mit 10 kg Belastung bds.

Die mit Belastung erfolgten Röntgenaufnahmen dienen der Bestimmung der korakoklavikulären Distanz (CC), welche zwischen der Spitze des Processus coracoideus und der Unterkante der Klavikula gemessen wird.

In der nachfolgenden Abbildung ist diese Distanz mit C gekennzeichnet.

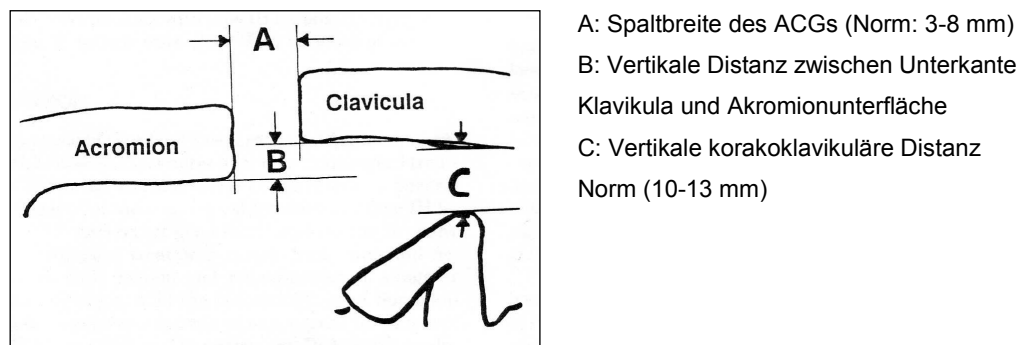


Abb. 20 Radiologische Auswertungskriterien; Abbildung aus Hessmann et al. (64)

Eine Dislokation kleiner 2 mm gilt als anatomisch; eine von 2-4 mm als leichter, eine von 4-8 mm als mäßiger und eine von über 8 mm als totaler Verlust der Rekonstruktion (126). Um die ermittelten Werte besser untereinander und mit den verwendeten Scores vergleichen zu können, erfolgte nach Ausmessung des CC-Abstandes eine Aufteilung in drei Gruppen:

1. Differenz des korakoklavikulären Abstandes zur Gegenseite < 5mm
2. Differenz des korakoklavikulären Abstandes zur Gegenseite 5-10 mm
3. Differenz des korakoklavikulären Abstandes zur Gegenseite > 10mm

Des Weiteren werden Verkalkungen der korakoklavikulären Bänder beurteilt. Hierbei verwenden wir die Einteilung nach *Dimakopoulos et al.* (30):

1. nicht vorhanden
2. gering (Punkte oder kleine Osziekel in den CC-Ligamenten)
3. ausgeprägt (komplette Verknöcherung zw. Klavikula und Proc. coracoideus)

49 der 50 Patienten konnten radiologisch nachuntersucht werden. Ein Patient verweigerte eine erneute Röntgenaufnahme.

2.10 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung der in dieser Studie erhobenen Parameter wurde das statistische Computerprogramm SPSS Version 13.0 (SPSS, Chicago, Illinois) verwendet.

Folgende nichtparametrische Testverfahren kamen bei der statistischen Analyse zur Anwendung:

1. Kruskal-Wallis-Test für mehr als zwei unverbundene Stichproben
2. Mann-Whitney-U-Test für zwei unverbundene Stichproben
3. Korrelationen nach Pearson
4. t-Test für gepaarte Stichproben

Als statistisch signifikant wurden die Resultate mit einer zweiseitigen Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ gewertet.

Die grafische Darstellung erfolgt in Diagrammen und Boxplots, die in Microsoft Excel und SPSS dargestellt werden.

3 Ergebnisse

3.1 Auswertung der postoperativen Zufriedenheit und des SSV

31 Patienten beurteilten die postoperative Funktion und Zufriedenheit ihrer operierten Schulter mit „sehr gut“. „Gut“ wurde das operative Resultat von 11 Patienten bewertet, „befriedigend“ das von 6 Patienten und „schlecht“ das von 2 Patienten.

Somit haben 84 % der Patienten das Operationsergebnis als „sehr gut“ bzw. „gut“ beurteilt.

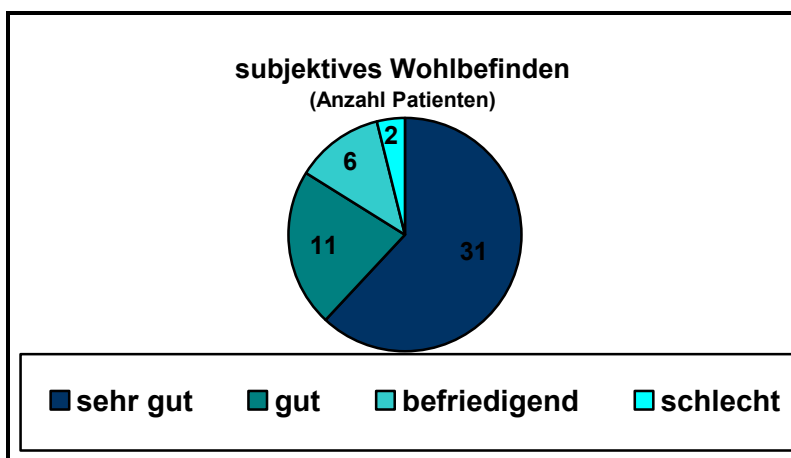


Abb. 21 Subjektives Wohlbefinden

Die Auswertung des SSV (siehe 2.8.3 Seite 38) ergab ein arithmetisches Mittel für die operierte Schulter von 91,7 Punkte \pm 10,7 mit einem Median von 95, das der nicht operierten Schulter von 98,5 Punkte \pm 8,6 mit einem Median von 100 (siehe Tab. 1).

	SSV gesund	SSV operiert
N	50	50
Mittelwert	98,50	91,66
Median	100,00	95,00
Standardabweichung	8,586	10,699
Minimum	40	50
Maximum	100	100
Perzentile		
	25	100,00
	50	100,00
	75	100,00

Tab. 1 Patientenzufriedenheit (SSV)

Wird das subjektive Wohlbefinden in Korrelation mit der korakoklavikulären Distanz (CC-Abstand) gebracht, wird deutlich, dass die unphysiologische Stellung der Klavikula im ACG auch das subjektive Befinden beeinflusst.

Dies veranschaulichen folgende Kreuztabelle und folgendes Diagramm:

		subjektives Wohlbefinden				Gesamt
		sehr gut	gut	befriedigend	schlecht	
CC-Abstand	< 5 mm	24	11	3	1	39
operierte Seite	5-10 mm	5	0	2	0	7
Gruppen	>10 mm	1	0	1	1	3
Gesamt		30	11	6	2	49

Tab. 2 Beeinflussung des subjektiven Wohlbefindens durch CC-Distanz

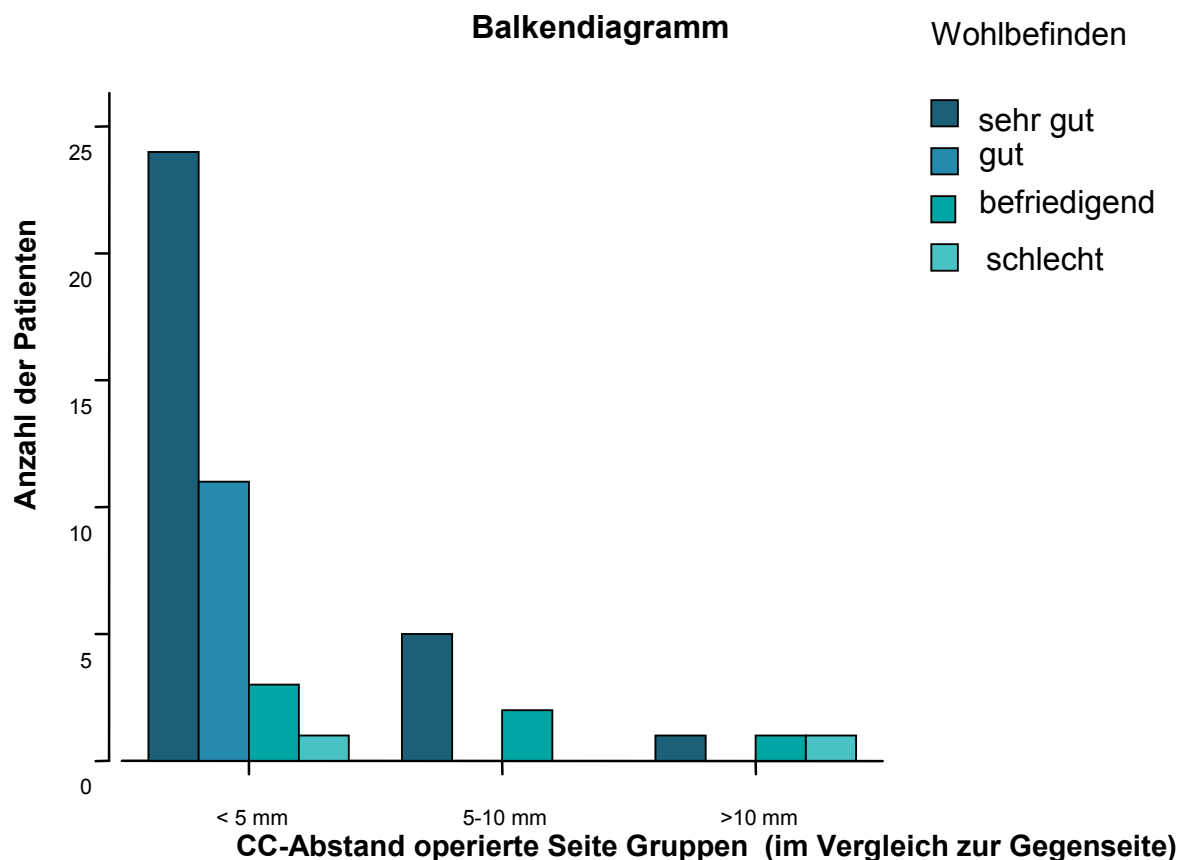


Abb. 22 Subjektives Wohlbefinden in Bezug auf CC-Abstand

Vergleicht man das subjektive Wohlbefinden mit dem agCS so erhält man einen Korrelationskoeffizienten $p = 0,136$ im Kruskal-Wallis-Test. Da $p > 0,1$, konnte kein Zusammenhang zwischen der subjektiven Patientenzufriedenheit und dem Ergebnis im CS nachgewiesen werden.

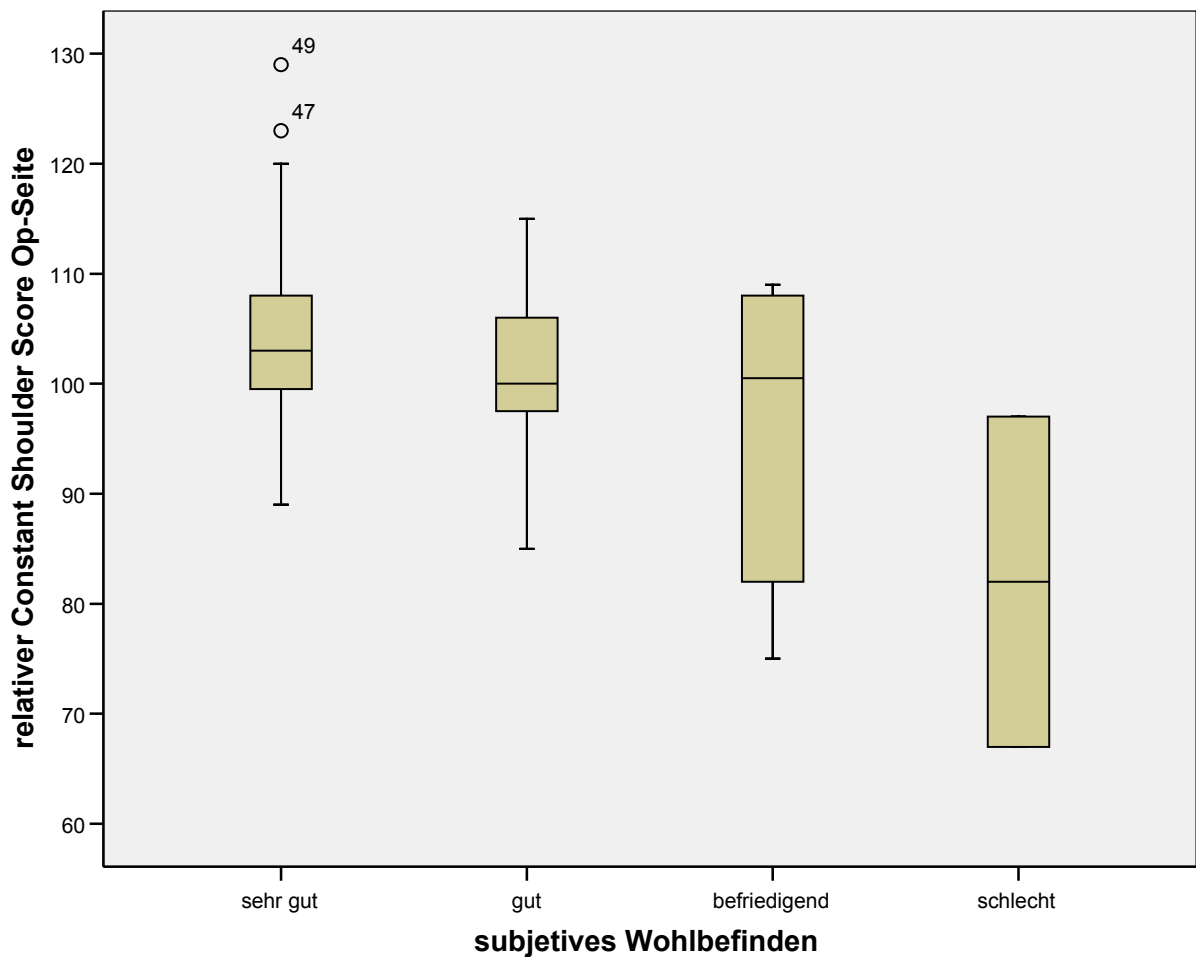


Abb. 23 Boxplot subjektives Wohlbefinden – agCS

Stellt man den absoluten CS der subjektiven Patientenzufriedenheit gegenüber, so erhält man ein $p=0,021$ im Kruskal-Wallis-Test.

Dabei gibt es im Mann-Whitney-U-Test keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen „sehr gut“ und „gut“ ($p=0,167$), „sehr gut“ und „befriedigend“ ($p=0,062$), „gut“ und „befriedigend“ ($p=0,174$) und „befriedigend“ und „schlecht“ ($p=0,502$).

Statistisch signifikante Unterscheidungen können zwischen den Gruppen „sehr gut“ und „schlecht“ ($p=0,018$) und „gut“ und „schlecht“ ($p=0,029$) gemacht werden.

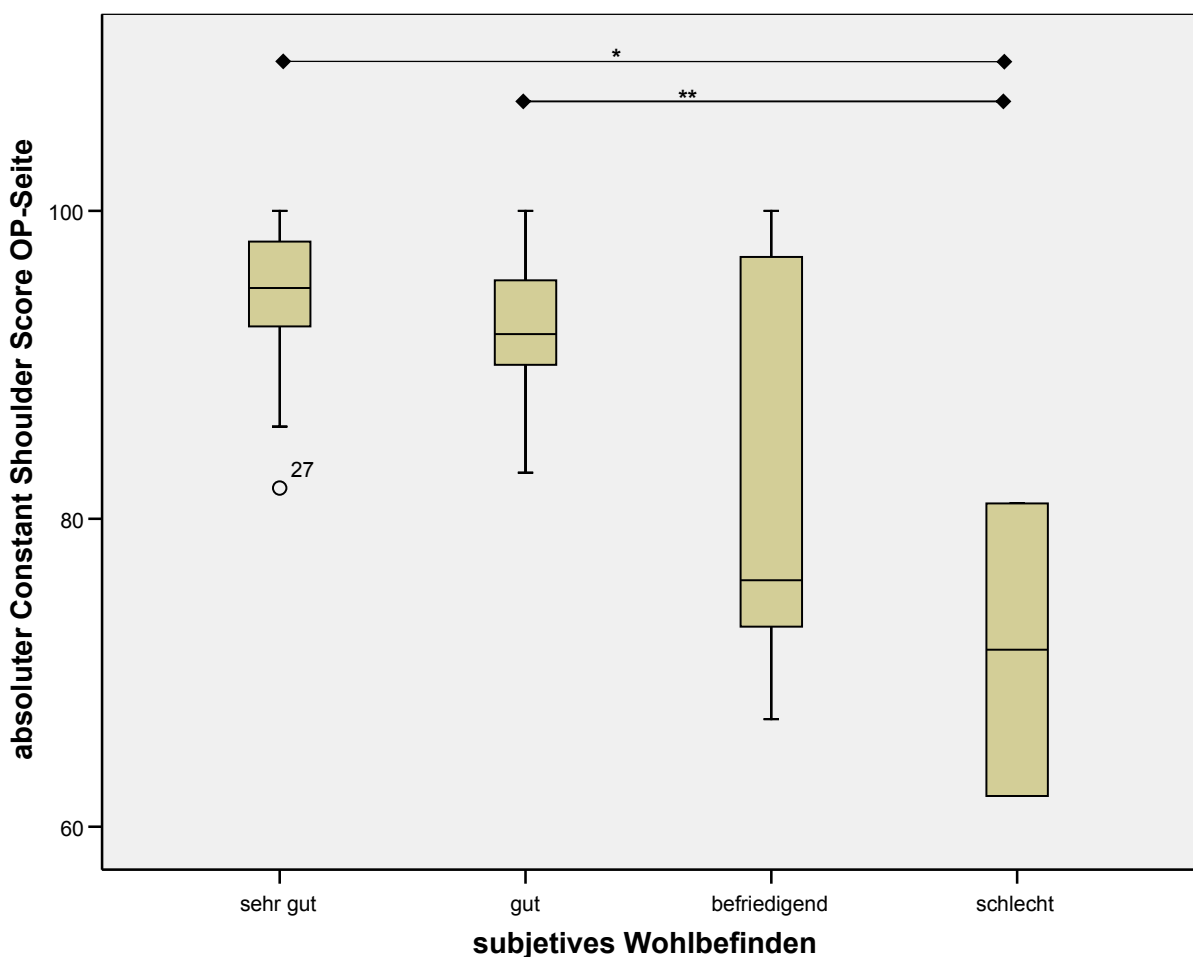


Abb. 24 Boxplot subjektives Wohlbefinden – absoluter CS (* $p=0,018$; ** $p=0,029$)

3.2 Auswertung der klinischen Nachuntersuchung

Bei den insgesamt 50 nachuntersuchten Patienten konnten bei der Inspektion der Narbe keine pathologischen Veränderungen, wie Entzündungen, Narbenkontrakturen oder eine massive Muskelatrophie der Schultergürtelmuskulatur festgestellt werden. Vertikale Instabilitäten von mehr als 100% im Vergleich zur Gegenseite zeigten sich bei 2 Patienten. Ein Anhalt für eine horizontale Instabilität des ACG wurde bei keinem Patienten gefunden.

Bei 7 Patienten war das ACG auf der operierten Seite und bei einem Patienten auf der kontralateralen Seite druckempfindlich. Ein positiver Bodycross-Test zeigte sich bei 2 Patienten. Die unterschiedlichen passiven und aktiven Beweglichkeits- und Kraftüberprüfungen der Muskelgruppen des Schultergelenkes zeigten keine wesentlichen Unterschiede im Vergleich zur kontralateralen Schulter. Klinische Anzeichen einer Rotatorenmanschettenläsion, eines Impingment-Syndroms oder sekundärer Schultererkrankungen zeigten sich nicht.

3.3 Auswertung des Constant Scores

Die Darstellung der Ergebnisse des CS erfolgte im Vergleich zu den Werten der nicht operierten kontralateralen Seite, die als Referenz angenommen wurde.

Die absoluten Scorewerte wurden sowohl isoliert betrachtet, als auch in die entsprechenden alters- und geschlechtskorrelierten Normwerte umgerechnet (agCS).

Die durch die Umrechnung aussagekräftigeren Werte überschritten in 29 Fällen die 100 (%) Punkte-Grenze und wurden zunächst ohne Korrektur in die Auswertung miteinbezogen.

Der ermittelte Durchschnittswert im absoluten CS der operierten Seite betrug 91,72 bei einer Standardabweichung von 8,7 und einem Median 94,5.

Es wurden Ergebnisse zwischen 62 und 100 Punkten erzielt.

Nach einer alters- und geschlechtskorrelierten Umrechnung der Ergebnisse ergab sich ein arithmetisches Mittel für den agCS von $101,98 \pm 11,1$ und ein Median von 102.

Minimal wurden 67 Punkte, maximal 129 Punkte erreicht.

Die Auswertung der kontralateralen Seite ergab einen Punktwert im agCS von 105 bei einer Standardabweichung von 9,4 und einem Median von 104,5. Die Range betrug 75 bis 131 Punkte.

	CS OP-Seite	agCS Op-Seite	CS gesunde Seite	agCS gesunde Seite	
N	50	50	50	50	
Mittelwert	91,72	101,98	94,42	105,00	
Median	94,50	102,00	97,00	104,50	
Standardabweichung	8,654	11,087	7,357	9,424	
Minimum	62	67	62	75	
Maximum	100	129	100	131	
Perzentile					
	25	89,00	97,00	93,00	100,00
	50	94,50	102,00	97,00	104,50
	75	97,25	108,25	100,00	109,00

Tab. 3 Auswertung des CS

Die einzelnen Punktwerte der Kategorien im CS setzten sich wie folgt zusammen:

Kategorie	Operierte Schulter	Nichtoperierte Schulter	Relation in %
Schmerz	13,7 (15)	14,7 (15)	93,2
ADL*	18,8 (20)	19,7 (20)	95,4
Anteversion	9,8 (10)	9,9 (10)	99
Abduktion	9,8 (10)	9,9 (10)	99
Außenrotation	9,8 (10)	9,8 (10)	100
Innenrotation	9,8 (10)	9,9 (10)	99
Kraft	19,9 (25)	20,7 (25)	96,1
CS	91,7 (100)	94,4 (100)	97,1
agCS	102	105	97,1

Tab. 4 Zusammensetzung der Werte im CS
(* ADL: Aktivität des täglichen Lebens)

Die erreichten Punkte werden gegeneinander in Relation gesetzt. Die traumatisierte Schulter konnte zu 97,1 % wieder die Funktion der nicht traumatisierten Schulter erreichen.

Die Tabelle zeigt, dass die wesentlichen Parameter, die den Punktwert hier negativ beeinflussen der Schmerz und die unzureichende Kraft sind. Sämtliche Bewegungsprüfungen konnten nahezu gleich gut ausgeführt werden.

Die Klassifizierung und Benotung anhand des NEER-Scores (siehe Seite 36) zeigte bei 37 Patienten (74 %) „sehr gute“, bei 8 Patienten (16 %) „gute“, bei 3 Patienten (6 %) „befriedigende“ und bei 2 Patienten (4 %) „schlechte“ Operationsergebnisse

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
sehr gut	37	74,0	74,0	74,0
gut	8	16,0	16,0	90,0
befriedigend	3	6,0	6,0	96,0
schlecht	2	4,0	4,0	100,0
Gesamt	50	100,0	100,0	

Tab. 5 Ergebnisse des CS

Daraus folgend waren die Ergebnisse bei 90% der Patienten „sehr gut“ bis „gut“.

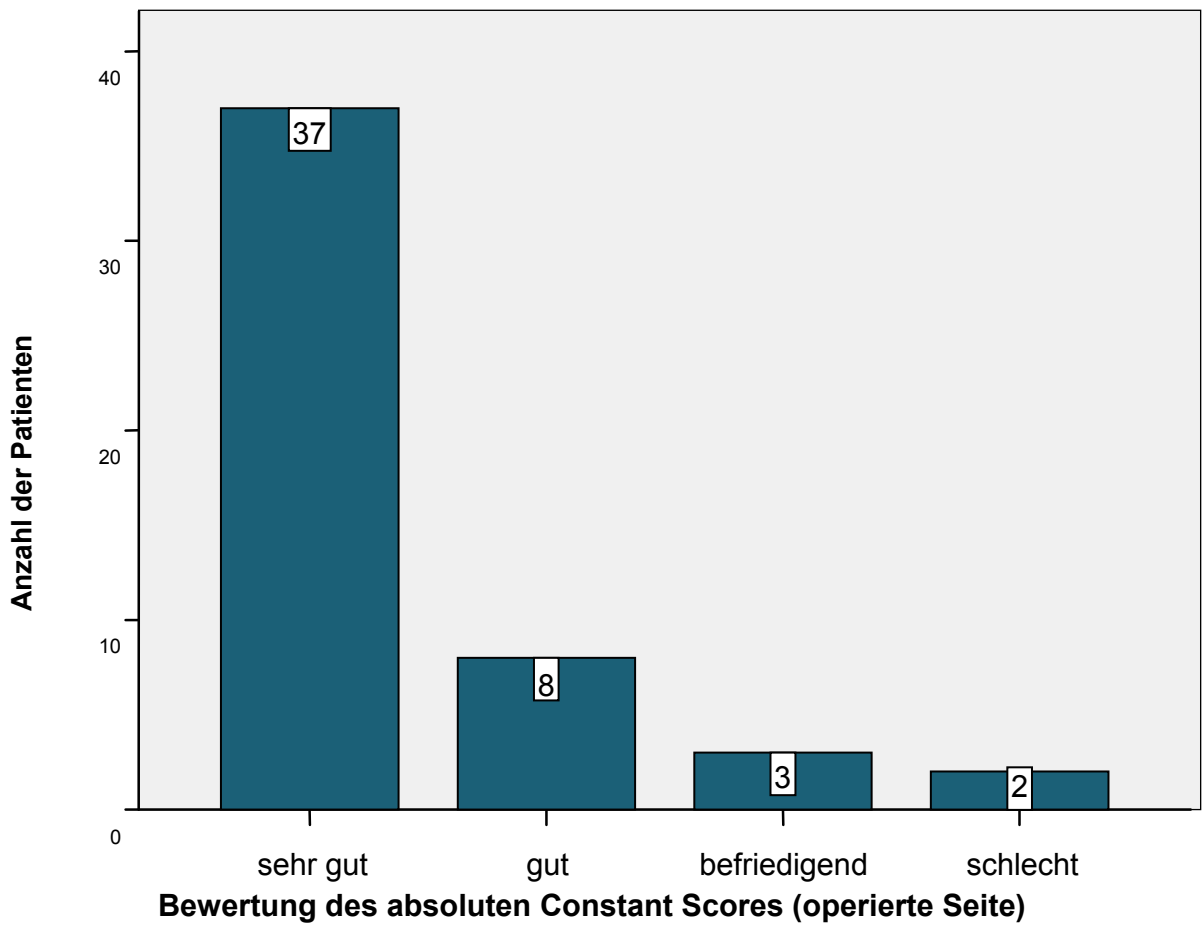


Abb. 25 Bewertung des absoluten CS

Die Patienten wurden in die Altersklassen <35 Jahre, 35 bis 50 Jahre und > 50 Jahre unterteilt:

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
männlich	bis 35 Jahre	14	32,6	32,6	32,6
	35 - 50 Jahre	21	48,8	48,8	81,4
	über 50 Jahre	8	18,6	18,6	100,0
	Gesamt	43	100,0	100,0	
weiblich	bis 35 Jahre	1	14,3	14,3	14,3
	35 - 50 Jahre	2	28,6	28,6	42,9
	über 50 Jahre	4	57,1	57,1	100,0
	Gesamt	7	100,0	100,0	

Tab. 6 Altersverteilung

Betrachtet man die Ergebnisse des CS bezogen auf die verschiedenen Altersgruppen, so zeigte sich, dass in der Gruppe „> 50 Jahre“ die Scoreergebnisse im absoluten CS im Verhältnis schlechter ausfielen als die, der beiden anderen Altersgruppen.

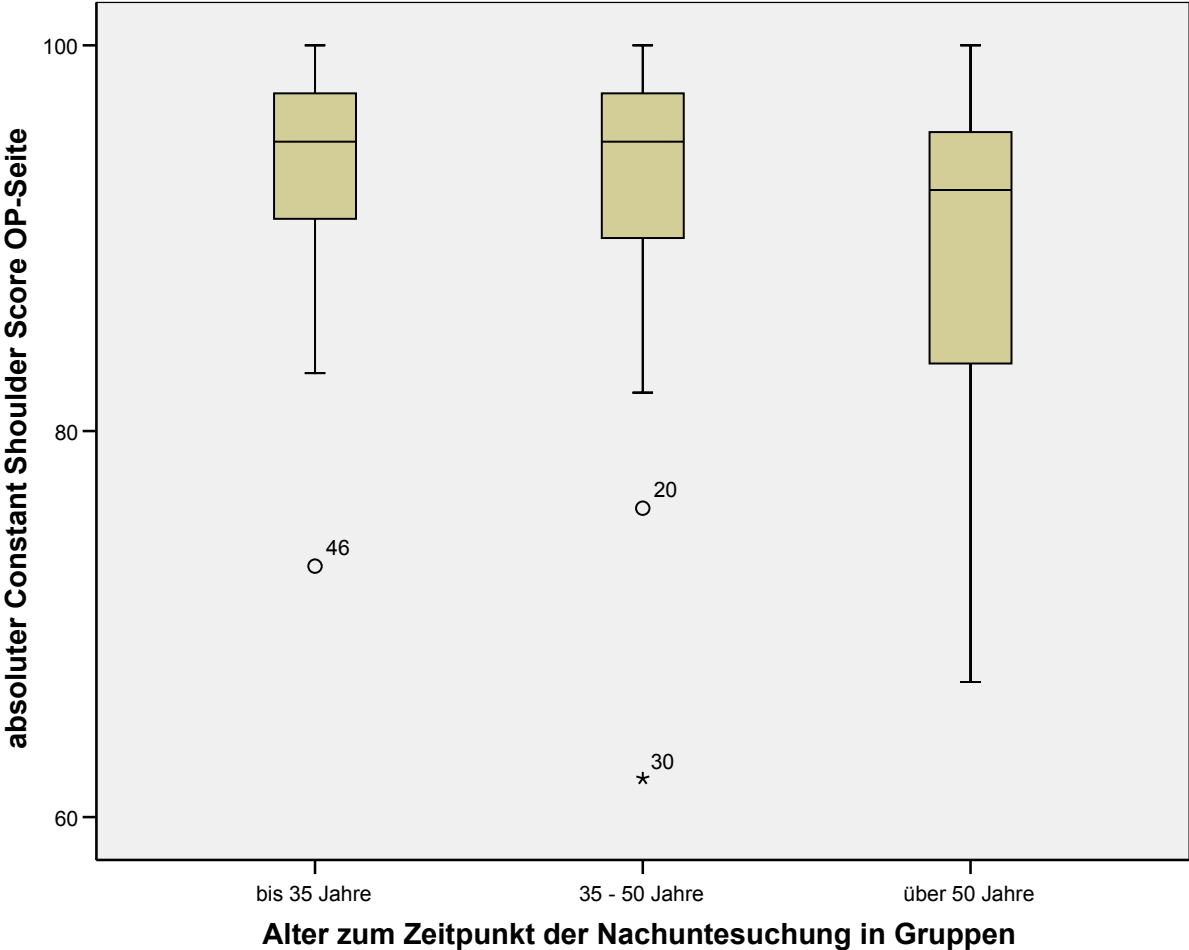


Abb. 26 Boxplot Alter (NU) – absoluter CS

Nach der alters- und geschlechtskorrelierter Umrechnung der Werte wurde deutlich, dass hier die Punktzahl mit zunehmendem Alter anstieg.



Abb.27 Boxplot Alter (NU) – agCS

3.4 Auswertung des DASH – Score

Alle 50 nachuntersuchten Patienten konnten den DASH-Fragebogen vollständig ausfüllen.

Die Auswertung der Testergebnisse zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ergaben einen mittleren Punktwert von $5 \pm 8,8$ mit einem Median von 0,8. Die maximal erreichte Punktzahl lag bei 41,6 Punkten, die geringste bei einer Punktzahl von 0.

Um diesen Score besser mit dem CS vergleichen zu können, wurden die ermittelten Werte zusätzlich in reziproke Werte umgerechnet.

Somit lag das arithmetische Mittel bei 95 bei einer Standardabweichung von 8,8 und einem Median von 99,2 (Min 58,4; Max: 100)

	DASH-Score	DASH-Score reziprok
N	50	50
Mittelwert	5,018	94,974
Median	,800	99,2
Standardabweichung	8,8608	8,8486
Minimum	0	58,4
Maximum	41,6	100
Perzentile		
	25	0
	50	0,8
	75	5,2
		94,8
		99,2
		100

Tab. 7 Auswertung DASH-Score

Da es keine primäre Einteilung der Ergebnisse im DASH-Score gibt, wurde in der Arbeitsgruppe um *Döhler (33)* eine Validierung des DASH-Scores anhand des NEER-Scores durchgeführt. Dort zeigt sich, dass die Ergebnisse des NEER-Scores mit dem reziproken Wert des DASH-Scores korrelieren. Damit konnte auch hier eine Auswertung in Anlehnung an den NEER-Score erfolgen (siehe 2.7.1 Seite 36).

Vergleicht man den reziproken Wert des DASH-Scores mit dem absoluten CS so erhält man einen Korrelationskoeffizienten von 0,743 nach Pearson. Die Korrelation ist mit $p < 0,05$ signifikant.

Es zeigte den starken Zusammenhang zwischen objektiv gemessenen Werten und den subjektiv angegebenen Fähigkeiten.

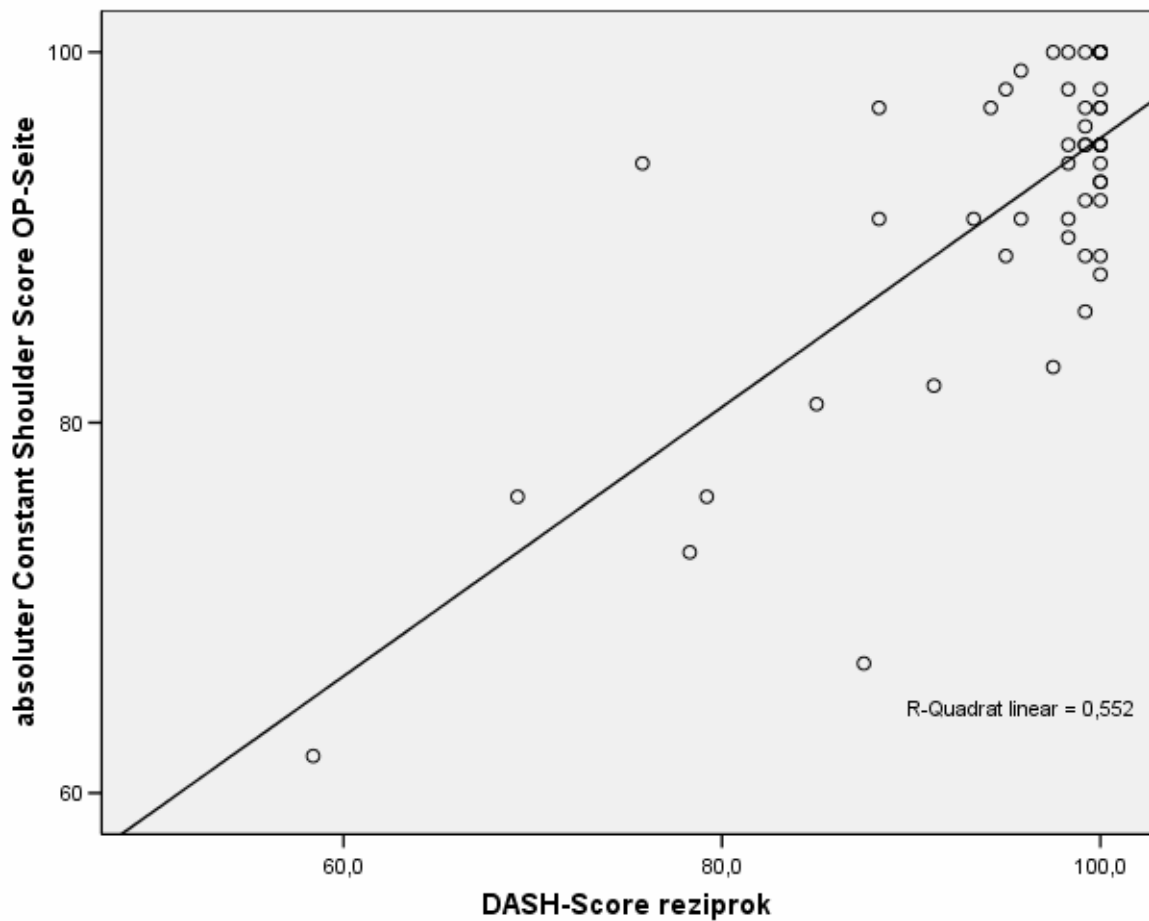


Abb. 28 Korrelation DASH reziprok – absoluter CS

Ein signifikanter Zusammenhang konnte auch beim Vergleich der agCS-Werte mit dem reziproken DASH-Score dargestellt werden. Hier betrug der Korrelationskoeffizient nach Pearson 0,524.

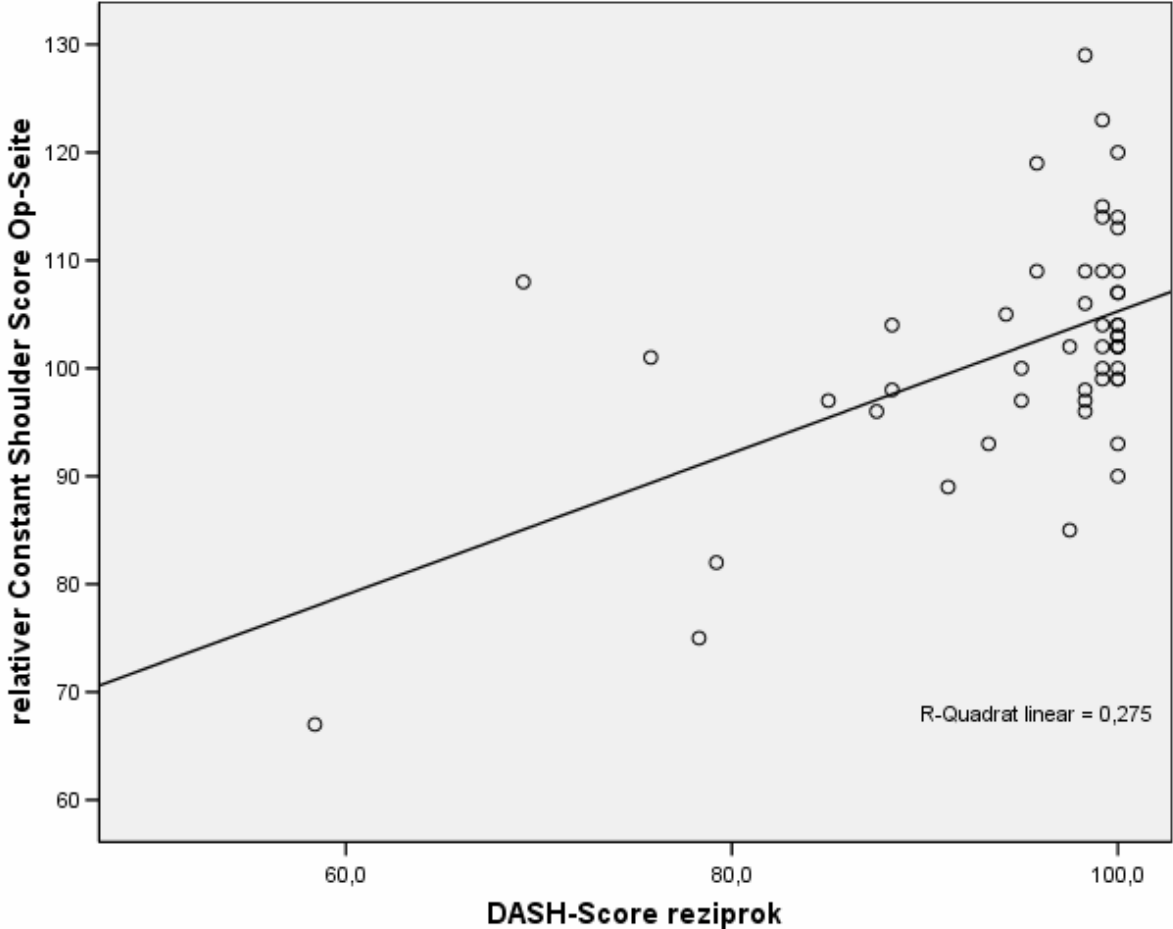


Abb. 29 Korrelation DASH reziprok – agCS

Vergleicht man die Werte des reziproken DASH-Scores mit den einzelnen Gruppen der radiologischen Auswertung (siehe unter 2.10 Seite 42), so erkennt man, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen den Gruppen gibt. $p = 0,398$ im Kruskal-Wallis-Test.

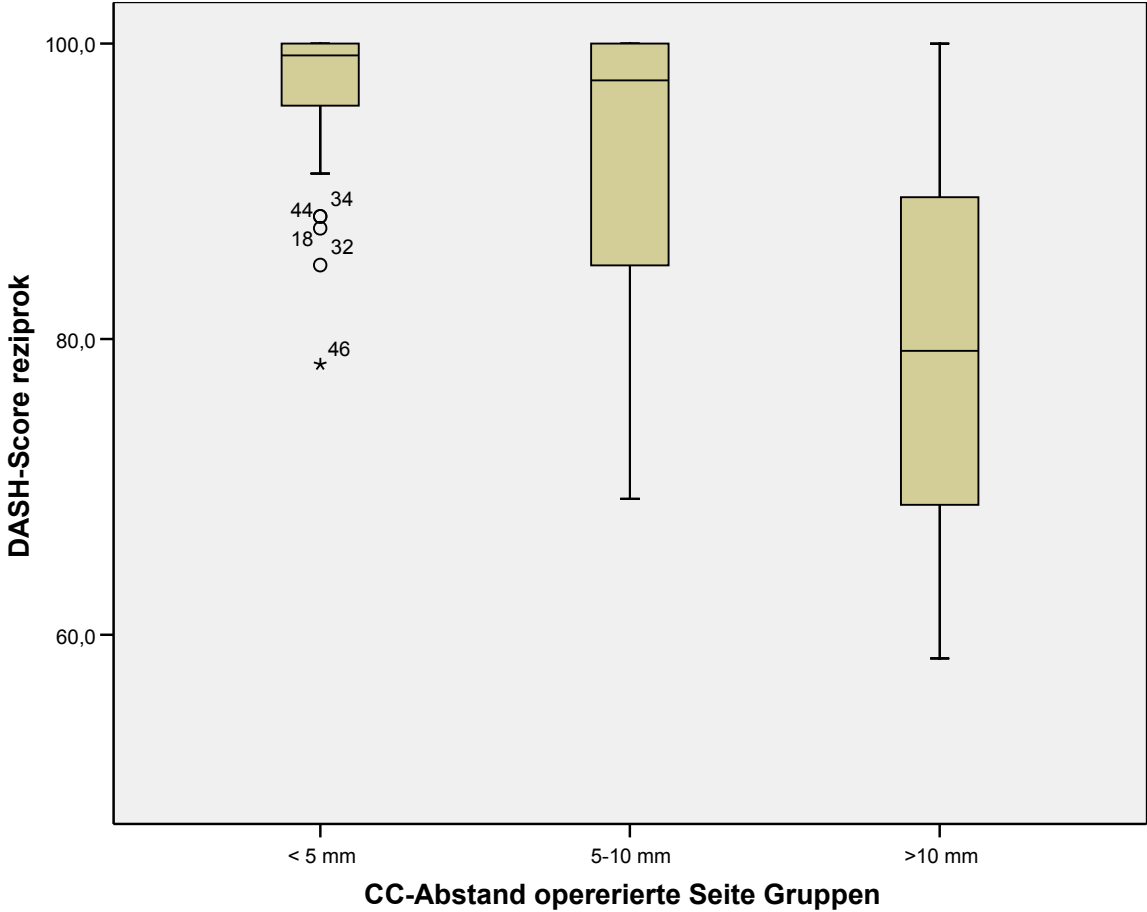


Abb. 30 Boxplot CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite) – DASH-Score reziprok

Stellt man die Ergebnisse des DASH-Scores (reziproken Werte) der subjektiven Patientenzufriedenheit gegenüber, so erhält man ein $p=0,001$ im Kruskal-Wallis-Test. Dabei gibt es im Mann-Whitney-U-Test keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen „sehr gut“ und „gut“ ($p=0,143$) und „befriedigend“ und „schlecht“ ($p=0,317$). Statistisch signifikante Unterscheidungen können zwischen den Gruppen „sehr gut“ und „schlecht“ ($p=0,016$), „sehr gut“ und „befriedigend“ ($p=0,002$), „gut“ und „befriedigend“ ($p=0,013$) und „gut“ und „schlecht“ ($p=0,028$) gemacht werden.

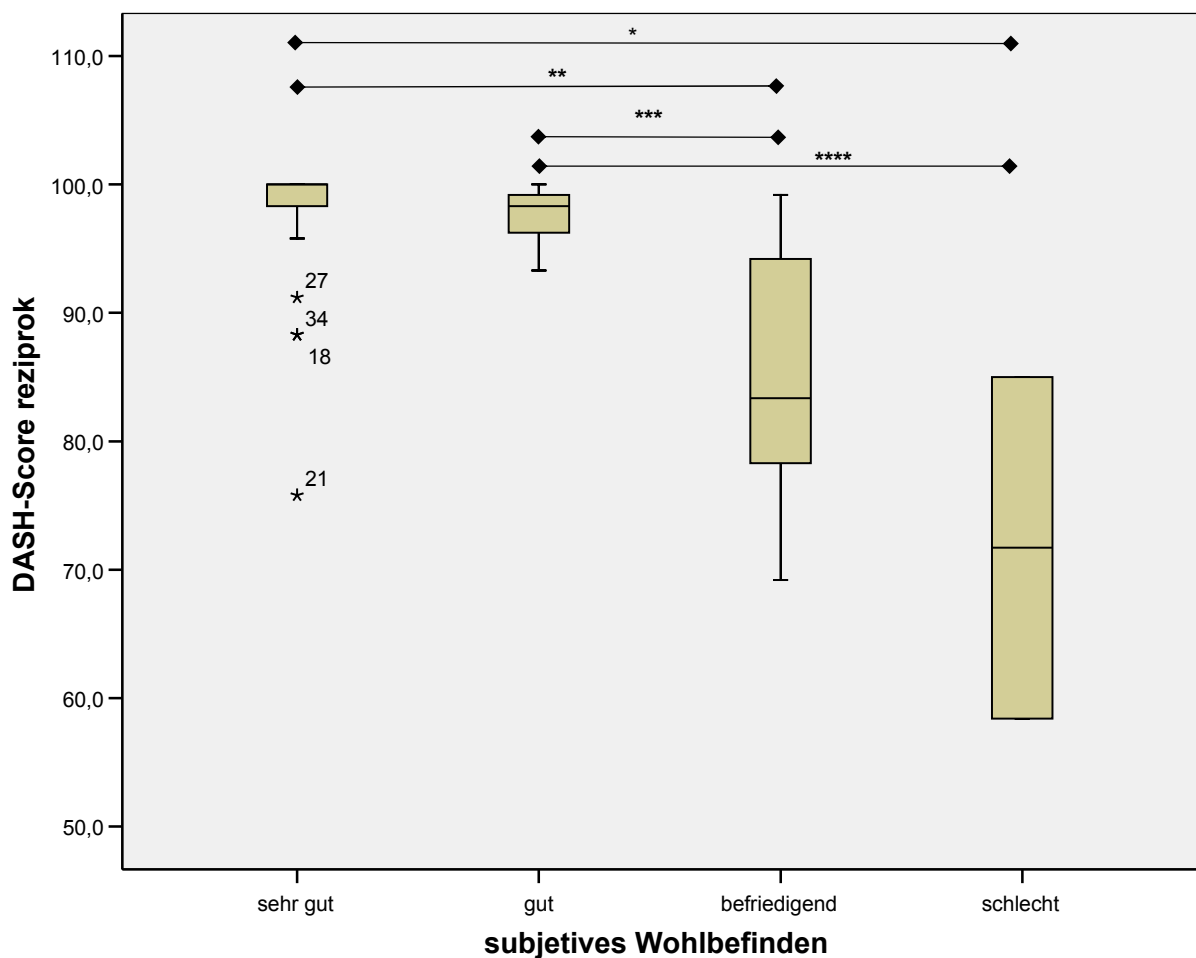


Abb. 31 Boxplot subjektives Wohlbefinden – DASH-Score reziprok
 (* $p=0,016$, ** $p=0,002$, *** $p=0,013$, **** $p=0,028$)

3.5 Auswertung der radiologischen Ergebnisse

Die Röntgenaufnahmen wurden nach der Abbildung 20 der Seite 43 ausgewertet und in 3 Gruppen aufgeteilt.

CC-Abstand operierte Seite Gruppen im Vergleich zur Gegenseite	< 5 mm	39 (80%)
	5-10 mm	7 (14%)
	>10 mm	3 (6%)
Gesamt		49

Tab. 8 Gruppeneinteilung CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite)

Vergleicht man den absoluten CS der operierten Seite mit den korakoklavikulären Distanzen (in Gruppen) so erhält man einen signifikanten Zusammenhang im Kruskal-Wallis-Test ($p < 0,05$). Daher wurden die einzelnen Gruppen isoliert miteinander verglichen.

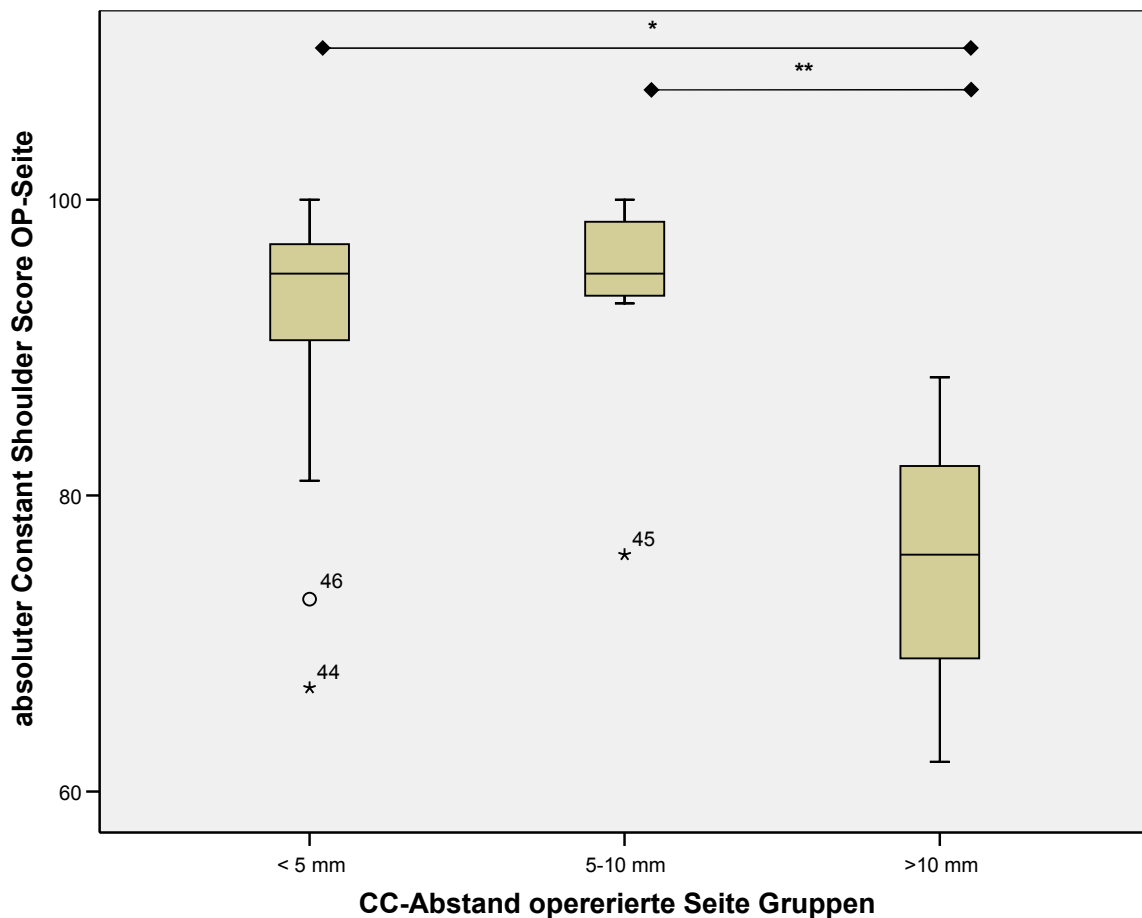


Abb. 32 Boxplot CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite) – absoluter CS (* $p = 0,013$; ** $p = 0,039$)

Vergleicht man nun den absoluten CS mit den Gruppen CC-Abstand „< 5 mm“ und „5 – 10 mm“ zeigt sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,48$).

Betrachtet man die Gruppen „< 5 mm“ und „> 10 mm“ zeigt sich ein signifikanter Unterschied ($p=0,013$).

Patienten mit einem geringgradigeren Abweichen der korakoklavikulären Distanz im Vergleich zur Gegenseite erzielten durchschnittlich einen höheren Punktwert im absoluten CS.

Auch bei den Gruppen „5 – 10 mm“ und „> 10 mm“ zeigte sich ein signifikanter Unterschied mit einem $p = 0,039$.

Die gleiche Auswertung wurde auch für den Vergleich der einzelnen Gruppen mit dem agCS durchgeführt.

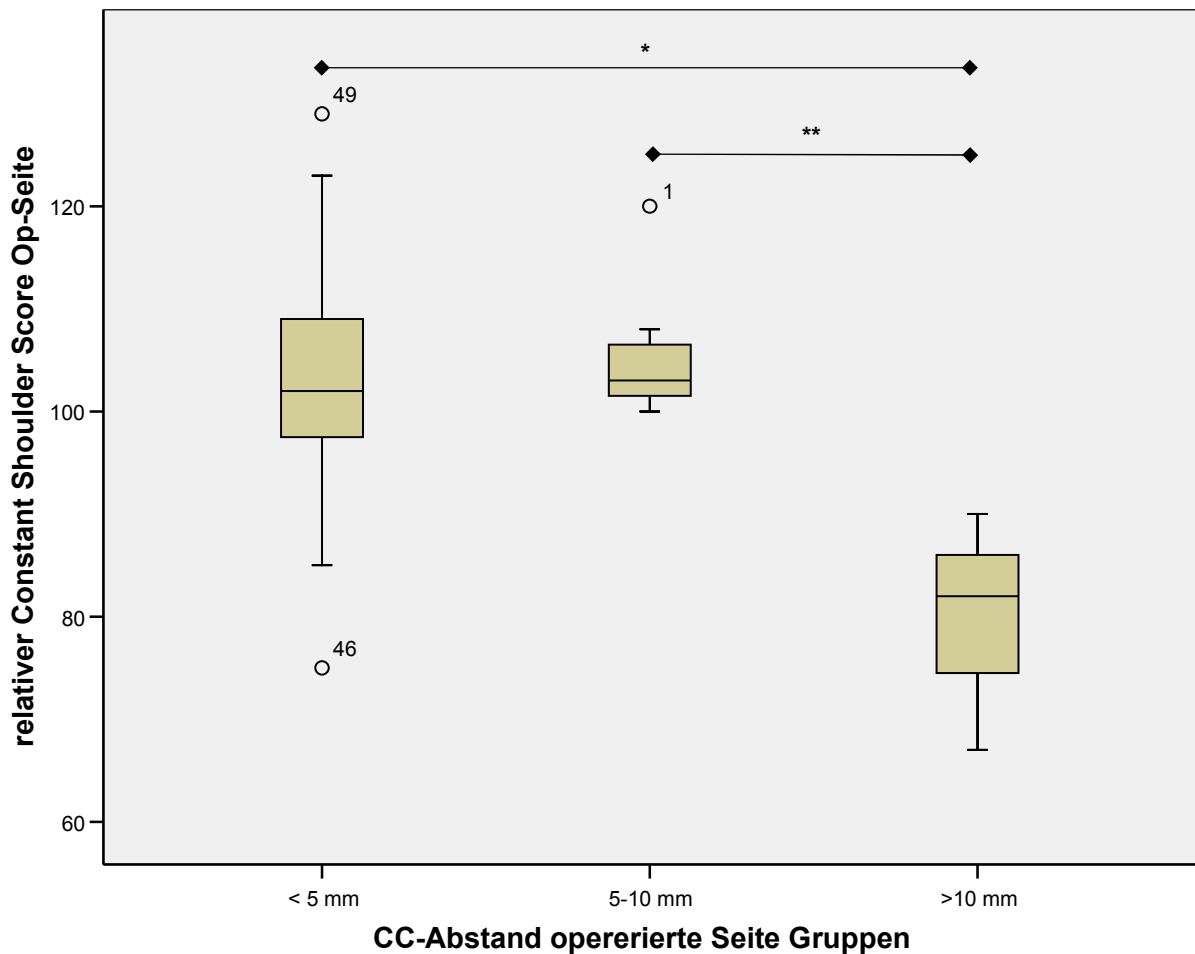


Abb. 33 Boxplot CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite) – agCS (* $p = 0,008$, ** $p = 0,017$)

Vergleicht man den agCS der operierten Seite mit den korakoklavikulären Distanzen (in Gruppen) so ergibt sich ein signifikanter Unterschied im Kruskal-Wallis-Test ($p < 0,05$). Die einzelnen Gruppen wurden isoliert miteinander verglichen.

Stellt man nun den agCS mit den Gruppen CC-Abstand „< 5 mm“ und „5 – 10 mm“ gegenüber, zeigt sich kein signifikanter Zusammenhang ($p = 0,44$).

Die Gruppen „< 5 mm“ und „> 10 mm“ zeigen einen signifikanten Unterschied im Constant Score ($p = 0,008$).

Auch bei den Gruppen „5 – 10 mm“ und „> 10 mm“ zeigte sich ein signifikanter Unterschied mit einem $p = 0,017$.

		CC-Abstand gesunde Seite absolut	CC-Abstand operierte Seite absolut
N		49	49
	fehlend	1	1
Mittelwert		10,16	12,88
Median		10,00	12,00
Standardabweichung		1,748	3,887
Minimum		6	7
Maximum		14	23
Perzentile	25	9,00	10,00
	50	10,00	12,00
	75	12,00	15,00

Tab. 9 Auswertung radiologischer Abstand

Im t-Test zeigte sich ein signifikant größerer korakoklavikulärer Abstand der operierten Seite im Vergleich zur Gegenseite (0,0001).

Des Weiteren wurden die korakoklavikulären Kalzifikationen und das Auftreten einer eventuellen ACG-Arthrose bewertet.

Kalzifikationen zwischen der Unterseite der Klavikula und dem Rabenschnabelfortsatz im Verlauf der korakoklavikulären Bänder wurden bei 34 Patienten (68 %) gefunden.

Der CC-Abstand wurde mit dem Auftreten von korakoklavikulären Kalzifikationen ins Verhältnis gesetzt. Dabei zeigte sich im Kruskal-Wallis-Test kein signifikanter Zusammenhang zwischen den einzelnen Gruppen des CC-Abstandes und dem Auftreten von korakoklavikulären Kalzifikationen bei einem $p = 0,853$.

		Kalzifikationen		Gesamt
		ja	nein	
CC-Abstand	< 5 mm	27	12	39
operierte Seite	5-10 mm	4	3	7
Gruppen	>10 mm	3	0	3
Gesamt		34	15	49

Tab. 10 CC- Kalzifikationen in Bezug auf CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite)

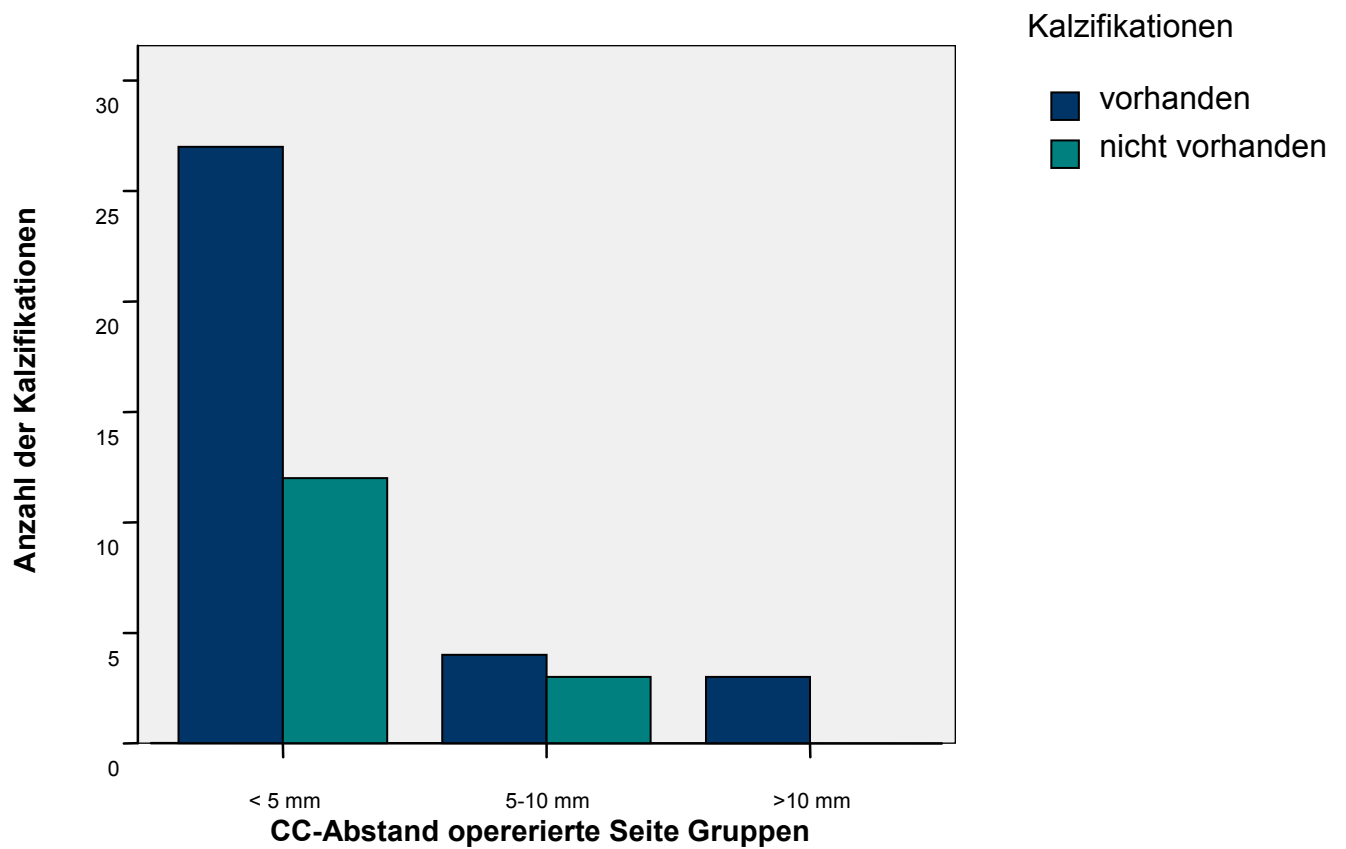


Abb. 34 CC-Abstand (im Vergleich zur Gegenseite) – Kalzifikationen

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von CC-Kalzifikationen und einem schlechteren oder besseren Ergebnis des absoluten CS kann nicht gezeigt werden ($p = 0,983$).

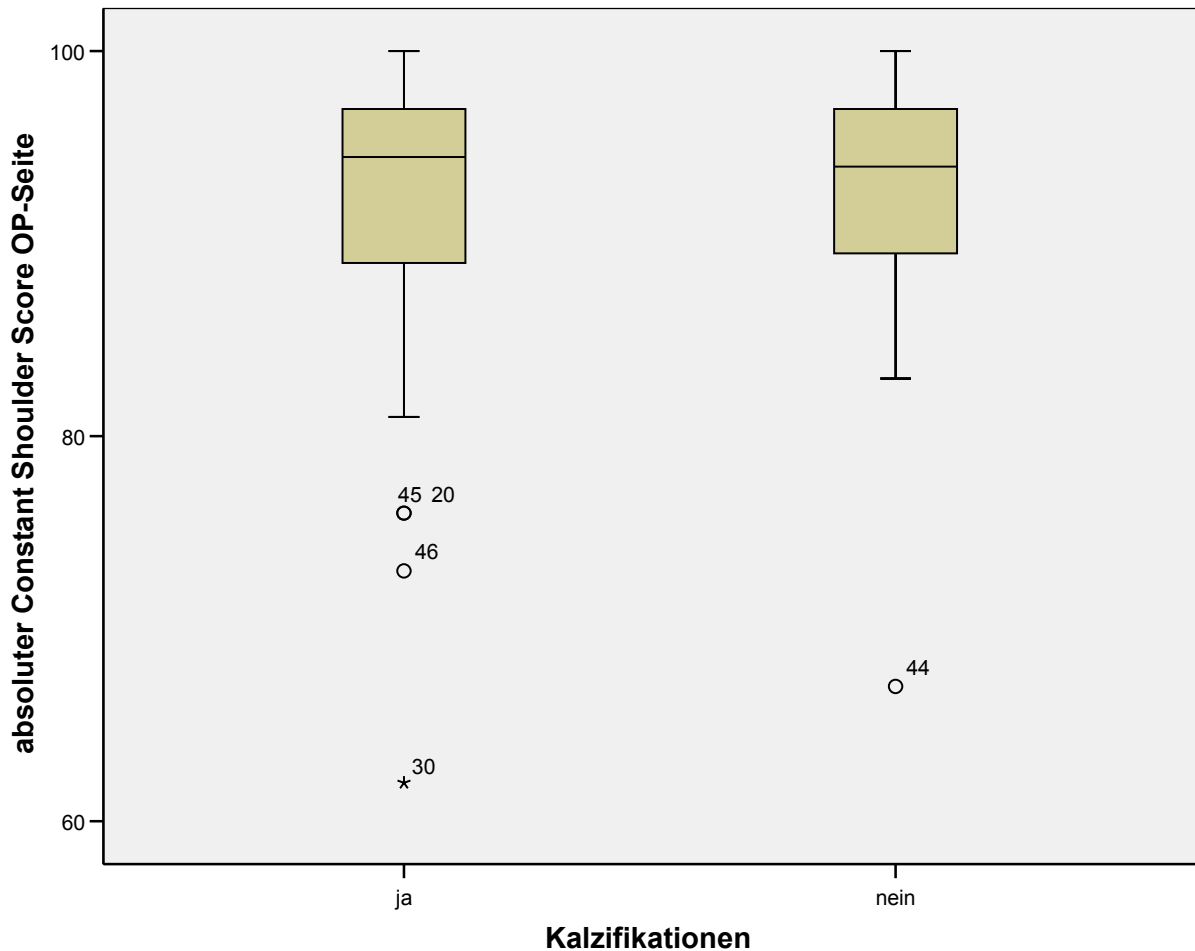


Abb. 35 Boxplot Vorhandensein von Kalzifikationen – absoluter CS

Arthrotische Veränderungen des ACG konnte radiologisch bei 18 Patienten (36 %) an der operierten Seite und bei 9 Patienten (18 %) auf der nicht operierten Seite gesichert werden. Das Bild einer klinisch symptomatischen Arthrose zeigten 7 Patienten auf der operierten Seite und ein Patient auf der nicht operierten Seite. Sowohl der klinische, als auch der radiologische Nachweis einer Arthrose erfolgte bei drei Patienten. Diese

werden daher als Patienten mit einer manifesten postoperativen Arthrose gewertet. Die restlichen 4 Patienten, die Schmerzen über dem ACG angaben und kein pathologisches radiologisches Korrelat aufwiesen, wurden nicht dem Kollektiv der „postoperativen Arthrose“ zugeordnet. Die übrigen 15 Patienten, bei denen radiologische Merkmale einer Arthrose festgestellt werden konnten, jedoch keine klinische Symptomatik zu erkennen war, wurden ebenfalls nicht in die Arthrosegruppe eingeschlossen.

Untersucht man den Zusammenhang zwischen einer klinisch gesicherten Arthrose des ACG mit dem absoluten CS, zeigt sich, dass es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen diesen Parametern gibt ($p= 0,379$).

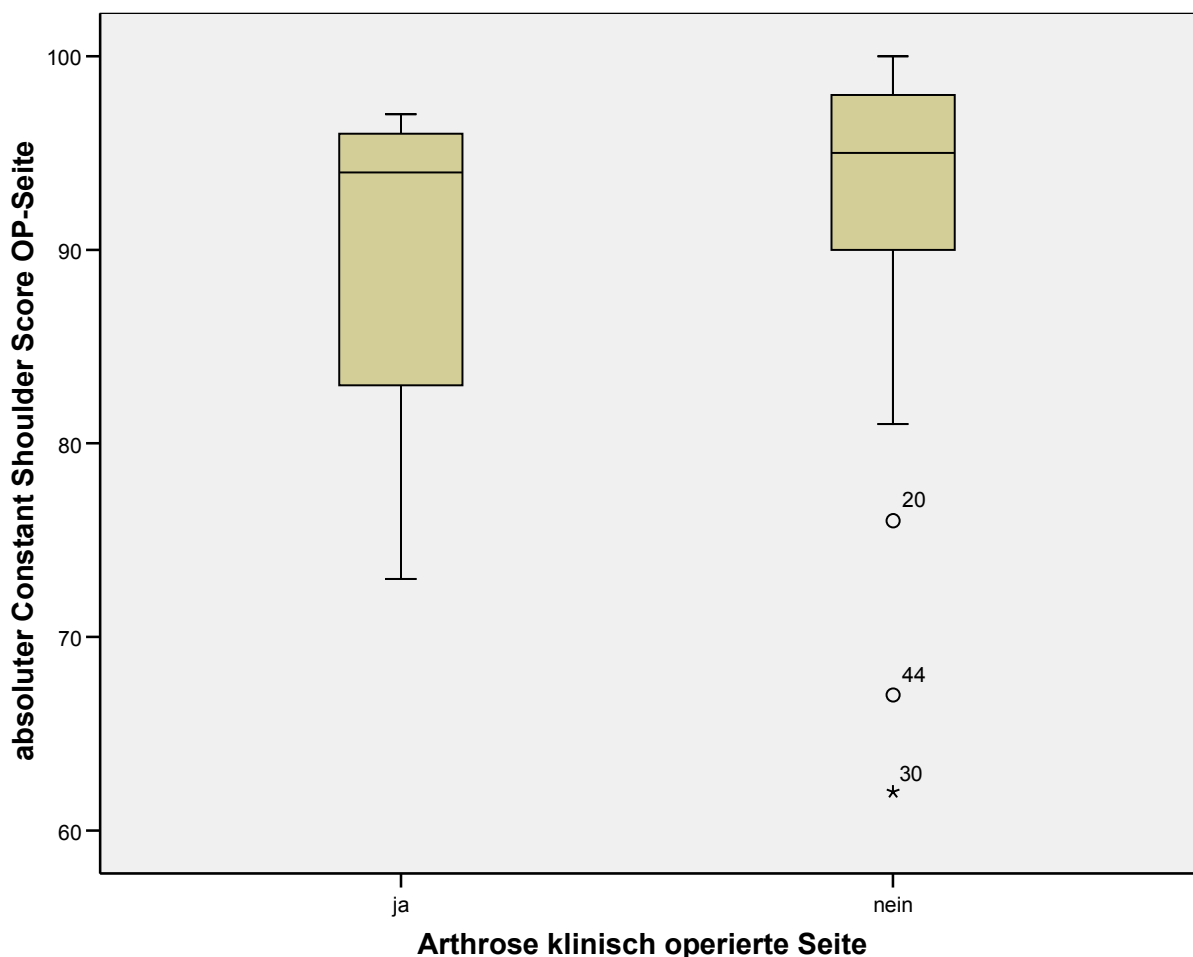


Abb. 36 Boxplot klinische Arthrose – absoluter CS

3.6 Komplikationen

Ein Patient entwickelte postoperativ eine oberflächliche Wundinfektion, welche sechs Tage nach dem Primäreingriff erfolgreich revidiert wurde. Der weitere Verlauf gestaltete sich unauffällig, bei der Nachuntersuchung zeigte sich eine CC-Distanz von +1mm im Vergleich zur Gegenseite, der CS betrug 94 Punkte, im DASH-Score erreichte der Patient den optimalen Wert von 0 Punkten. Bei einem Patienten, der eine massive korakoklavikuläre Verkalkung im Verlauf entwickelte, erfolgte zwei Jahre nach dem Ersteingriff wegen bestehenden Bewegungseinschränkungen eine Exostosenabtragung. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung zeigte sich eine CC-Distanz von +3mm im Vergleich zur Gegenseite. Ebenfalls hervorragende Werte zeigten der CS (94 Punkte) und der DASH-Score (1,7 Punkte). Beide Patienten waren mit dem Resultat der Operationen zufrieden. Zwei Patienten fielen mit Redislokationen von mehr als 100% im Vergleich zur Gegenseite auf. Bei einer hohen Patientenzufriedenheit mit SSV-Werten von 80 und 90% zeigten diese Patienten CS-Werte von 76 und 88, sowie DASH-Werte von 20,8 und 3,5. Auf eine operative Revision wurde aufgrund des zufriedenstellenden Ergebnisses und des nicht bestehenden Leidensdrucks der Patienten verzichtet.

Schwerwiegende intra- und postoperative Komplikationen, wie Nervenläsionen oder tiefe Wundinfektionen zeigten sich nicht.

4 Diskussion

Die möglichen Therapieansätze zur Versorgung der ACG-Luxation sind seit Jahren anhaltend Gegenstand kontrovers geführter, teils heftiger Diskussionen. Dabei gibt es unterschiedliche Ansätze der Autoren des angloamerikanischen Raumes und denen der deutsch-skandinavischen Sprachgebiete.

Die zum Teil hohen postoperativen Komplikationsraten, wie Reluxationen, die postoperative Arthrose, Infektionen oder implantatassoziierte Komplikationen zeigen, dass es ein optimales Verfahren bis dato nicht gibt.

In Deutschland ergab eine Umfrage der Arbeitsgruppe um *H. Bähr* (8) an 210 deutschen Kliniken, dass R I Verletzungen fast ausschließlich, R II Verletzungen zu 87 % konservativ behandelt werden. 84 % der Kliniken behandeln R III Verletzungen überwiegend operativ, obwohl 37 % dieser die konservative Therapie der R III Verletzung als mindestens gleichwertig einschätzten. Verletzungen vom Typ R IV – R VI werden zu 99 % operativ versorgt.

In der gleichen Studie wurden ebenfalls die unterschiedlichen Methoden operativer Stabilisierungsverfahren der ACG-Luxation analysiert. 39 % der Kliniken gaben an, eine transartikuläre Stabilisierung mit Kirschner-Drähten durchzuführen (in 95 % der Fälle mittels offener Technik); 32 % führten eine korakoklavikuläre Cerclage durch, die in 73 % der Fälle mit resorbierbaren Materialien erfolgte; Stabilisierungen mit Hakenplatten wurden in 20 % der Kliniken durchgeführt; 7 % wandten eine korakoklavikuläre temporäre Fusion mit einer Bosworth-Schraube an.

Bei klinischen Erhebungen unterscheidet man retrospektive von prospektiven Studien. Die hier vorliegende Arbeit ist eine retrospektive Erhebung, in der dargestellt wird, inwiefern die angewandte Operationstechnik einen Behandlungserfolg erbracht hat.

Die Mehrzahl der Veröffentlichungen, die sich mit den Behandlungsmöglichkeiten von traumatischen ACG-Verletzungen beschäftigen, sind retrospektive Analysen (11, 30, 37, 39-41, 53, 54, 66, 80, 88, 111, 116, 138), die eigene Daten mit Ergebnissen anderer Behandlungsmöglichkeiten oder gleicher Behandlungsmethoden anderer Autoren vergleichen. *Phillips et al.* (109) berichteten anhand einer Metaanalyse von 1172 Patienten, dass 88 % der operierten und 87 % der konservativ behandelten Patienten ein langfristig gutes Ergebnis aufwiesen. Ähnliche Ergebnisse zeigten die Studien von *Fremerey et al.*, *Bannister et al.*, *Galpin et al.* und *Larsen et al.* (5, 40, 46, 83).

Eine Metaanalyse, die sich mit den Therapieoptionen für eine R III Verletzung auseinandersetzt, wurde von *Spencer (124)* ausgewertet. Er kam zu dem Schluss, dass die konservative Therapie der operativen überlegen ist, nicht aufgrund des gleichwertigen outcomes, sondern vielmehr wegen der geringeren Komplikationsrate.

Während bei operativen Verfahren immer die Möglichkeit einer operationsbedingten Schädigung bzw. einer Komplikation (Infektionen, Implantatlockerung) besteht, ist dies bei der konservativen Therapie nicht der Fall. Zudem fallen krankengymnastische und physiotherapeutische Maßnahmen bei konservativem Vorgehen wesentlich kürzer aus als bei den operativen Verfahren.

Mouhsine (96) beschreibt jedoch, dass bei 27% der als R I oder R II klassifizierten Verletzungen die ursprünglich konservativ behandelt wurden, eine operative Intervention nach durchschnittlich 26 Monaten nötig war.

Verschiedenste Techniken zur operativen Versorgung der ACG-Luxation sind seit längerer Zeit bekannt und klinisch erprobt. Hinzu kommt, dass neue Methoden wie z.B. minimalinvasive Techniken (106, 143) oder arthroskopische Verfahren (21, 37, 42, 67, 82, 97, 119, 139) vorgestellt wurden.

Die Verwendung einer PDS-Cerclage zur operativen Rekonstruktion der ACG-Luxation, welche Gegenstand der hier vorliegenden Arbeit ist, ist in der Literatur mit guten Ergebnissen dokumentiert (53, 64, 108). Ihr Gebrauch wurde vor allem im letzten Jahrzehnt propagiert, die kurz- und mittelfristigen Ergebnisse waren gut bis sehr gut.

Ziel dieser Arbeit ist es, die klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse nach operativer Versorgung mittels PDS-Cerclage zu analysieren und diese mit den Ergebnissen der internationalen Literatur zu vergleichen.

Die vorliegende Studie stellt einen der am längsten verfolgten postoperativen Verläufe nach einer R V-Verletzung dar mit einer mittleren follow-up Zeit von 70 Monaten.

Einen Überblick über die Nachuntersuchungszeiträume und die Anzahl der nachuntersuchten Patienten anderer Studien zeigt die folgende Tabelle.

Studie	NU/M	n-unters.	Operationsmethode
<i>Blatter et al. (11) 1990</i>	53	19	PDS vs Drahtcerclage vs Vicrylband
<i>Fremerey et al. (40) 2001</i>	73	42	PDS vs konservativ
<i>Göhring et al. (52) 1993</i>	18	21	PDS vs Platte vs Drahtcerclage
<i>Gollwitzer et al. (53) 1993</i>	31	29	PDS
<i>Greiner et al. (56) 2009</i>	70	50	PDS
<i>Hessmann et al. (65) 1995</i>	32	45	PDS
<i>Hessmann et al. (66) 1997</i>	28	55	PDS
<i>Krüger-F. et al. (80) 1993</i>	25	31	PDS + K-Draht
<i>Leidel et al. (84) 2009</i>	38	16	PDS vs K-Draht
<i>Mayr et al. (88) 1999</i>	39	57	PDS + K-Draht
<i>Möning et al. (94) 1999</i>	39	48	PDS
<i>Pfahler et al. (108) 1994</i>	63	27	PDS vs Drahtcerclage vs Bosworth
<i>Prokop et al. (111) 2003</i>	39	48	PDS
<i>Prokop et al. (111) 2003</i>	14	15	PDS
<i>Chernchujit et al. (21) 2006</i>	18	13	Fadenanker
<i>Dimakopoulus et al. (30) 2006</i>	33	34	Double-Loop Ethibond
<i>Elser et al. (37) 2005</i>	9	12	Fadenanker
<i>Freudenschuß et al. (41) 1991</i>	46	36	Bosworthschraube
<i>Friedmann et al. (42) 2007</i>	6	6	Tightrope
<i>Galpin et al. (46) 1985</i>	35	16	Bosworthschraube
<i>Graupe et al. (54) 1995</i>	48	30	Balser-Platte
<i>Habernek et al. (60) 1993</i>	12	35	Wolter-Platte
<i>Morrison et al. (95) 1995</i>	42	14	Synthetic Loop
<i>Murena et al. (97) 2009</i>	31	16	Flip-Button
<i>Petersen et al. (106) 2010</i>	23	23	MINAR
<i>Ryhänen et al. (116) 2006</i>	12	15	C-Hook
<i>Taft et al. (126) 1987</i>	129	52	Bosworthschraube/KD
<i>Tienen et al. (130) 2003</i>	36	21	Ligamenttransfer
<i>Voigt et al. (138) 1994</i>	57	83	Ramanzadehplatte
<i>Walz et al. (139) 2007</i>	8	30	Tightrope
<i>Winkler et al. (147) 1994</i>	21	47	Drahtcerclage

Tab. 11 Studienauswahl PDS / verschiedene Operationstechniken

Da sich Komplikationen wie das Auftreten einer postoperativen Arthrose oder anderer degenerativer Veränderungen erst längere Zeit nach der Verletzung aufgrund der Gelenkschädigung oder einer persistierenden mangelhaften Stabilität einstellen, ist ein langer Nachuntersuchungszeitraum zur Beurteilung des langfristigen Therapieerfolges von großem Wert.

Die Fallzahl von 50 nachuntersuchten Patienten stellt ein im Vergleich relativ großes Kollektiv dar, und ist mit den Fallzahlen anderer Studien zur Versorgung mit PDS-Cerclage vergleichbar (40, 66, 88, 111). Neuere operative Verfahren, die von verschiedenen Autoren beschrieben wurden (21, 30, 37, 42, 106, 116), können bislang nicht auf ein ebenso großes Patientenkollektiv zurückgreifen.

Um klinische Studien objektiv miteinander vergleichen zu können, ist es notwendig, einheitliche Bewertungsmaßstäbe zu verwenden. Ein häufig in Studien (30, 37, 39, 40, 54, 88) verwendeter Score ist der CS (23), welcher auch in dieser Studie zur Anwendung kommt.

Um das subjektive Ergebnis einschätzen zu können, wurden die Patienten mittels DASH-Score und SSV befragt (43, 48, 50).

Ein wichtiger Aspekt für die Bewertung der in dieser Arbeit verwendeten Scores ist deren Korrelation zwischen einander. Da die Scores Aussagen über den Therapieerfolg treffen, sollte die Korrelation möglichst groß sein. Insgesamt waren die klinischen Resultate der vorliegenden Studie mit einem mittleren CS-Wert von 91,7 Punkten, einem Dash-Score-Wert von 5 Punkten und einem subjektiven Wohlbefinden von 92 % überwiegend gut bis sehr gut. Mit $r = 0,74$ besteht eine große Korrelation zwischen dem CS und dem DASH-Score. Die hohe Patientenzufriedenheit (SSV) unterstreicht die Aussagekraft unserer Ergebnisse.

Zahlreiche Arbeiten (11, 52, 53, 64-66, 88, 108) beschreiben die korakoklavikuläre Bandrekonstruktion durch Augmentation mit PDS, das in verschiedenen Formen verwendet wird. *Göhring et al.* (52) verglichen in ihrer Studie drei Patientengruppen (Kirschnerdrahtstabilisierung, Hakenplatte, PDS). Postoperativ kam es bei der Kirschnerdrahtzuggurtung in 42,9 %, bei der Hakenplatte in 58,3 % und bei der PDS-Cerclage in nur 16,7 % der Fälle zu Komplikationen. Eine ACG-Instabilität nach durchschnittlich 35 Monaten war bei 31,8 % der Patienten, die mit der Kirschnerdrahtzuggurtung versorgt wurden, zu erkennen. Schlechtere Ergebnisse erzielte die Gruppe mit der Hakenplattenstabilisierung (50%), bessere Ergebnisse waren in der Gruppe der PDS-Zuggurtung zu sehen (23,8%). Infektionen im Bereich

des Operationsgebietes kamen in bis zu 9 % vor; der durchschnittliche Wert von ca. 6% ergibt sich aus folgenden Studien (53, 64, 88, 147). Demgegenüber steht eine Infektionsrate von 2 % in der vorliegenden Studie.

Bei gegebener Operationsindikation hat somit nach Meinung von *Göhring* die Stabilisierung mittels PDS-Cerclage nicht nur das beste postoperative Ergebnis, sondern zusätzlich gegenüber anderen Verfahren den Vorteil, dass keine Materialentfernung nötig ist. Implantatbruch oder –wanderungen sind ausgeschlossen. Einen Nachteil dieser Methode stellt jedoch die mangelnde Stabilität in der Horizontalebene dar.

Klimkiewicz et al. (77) demonstrierten an einem kapsuloligamentären Modell, dass mehr als 80 % der horizontalen Stabilität über einen intakten superoposterioren Kapselbandkomplex gewährleistet werden. Daher kann entweder durch eine zusätzliche akromioklavikuläre Cerclage (64), und in jedem Fall durch die anatomische Rekonstruktion der kräftigen Gelenkskapsel und der akromioklavikulären Bänder eine Instabilität in der Horizontalebene vermieden oder vermindert werden.

Die korakoklavikulären Bänder haben mit einer Reißfestigkeit von 264,45 N eine größere Festigkeit als das Lig. acromioclaviculare mit 150,55 N oder als die Pectoralis minor Sehne mit 177,15 N, welches *Moinfar et.al.* (93) zur Sehnaugmentation vorschlagen. *Tauber et al.* (127) stellten eine Methode vor, in der sie die Semitendinosussehne, die auch zur Rekonstruktion der Kreuzbänder im Kniegelenk benutzt wird, entnehmen und zur Stabilisierung einsetzen. Diese und andere operative Methoden mit Muskelsehnenentransfer, oder Sehnaugmentationen wurden von verschiedenen Autoren vor allem zur Versorgung chronischer ACG-Instabilitäten beschrieben (2, 18, 19, 52, 93).

Tsou (135) berichtete 1989 über 52 Patienten die mittels perkutaner Technik eine korakoklavikuläre Verschraubung erhielten. Hierbei kam es in 32 % der Fälle zu verfahrenstechnischen Problemen.

Zu den schwerwiegenden Komplikationen zählen Schraubenbrüche und ausgerissene Schrauben (5, 59). Bei der korakoklavikulären Verschraubung ist der Schraubenbruch folgeschwerer als nach operativer Versorgung mit einer ACG-Platte, da diese mit mehreren Schrauben in der Klavikula fixiert ist (14, 87). Hier kann trotz Bruch oder Lockerung einer Schraube das Repositionsergebnis gehalten werden.

Verschiedene Autoren (17, 54, 60-62, 122, 138, 149) verwendeten ACG-Platten zur operativen Therapie von ACG-Luxationen, wobei gute bis sehr gute Ergebnisse in 60 -

94% der Fälle erzielt wurden.

Da die Verwendung dieser Platten einen großen operativen Zugangsweg erfordert und häufig aufgrund von Exostosen und verbleibenden Subluxationsfehlstellungen mit einer Veränderung der Silhouette gerechnet werden muss, sind bis zu 43% der Patienten mit den kosmetischen Ergebnissen dieser Methoden nicht zufrieden (61).

Keinen signifikanten Unterschied zeigte die Arbeit von *Broos et al.* (17) beim Vergleich der Wolterplatte mit der Bosworth-Schraube.

Zu den häufigsten Komplikationen der operativen Methoden der ACG-Stabilisierung zählen jedoch die Implantatwanderung oder der Implantatbruch (90).

Nach operativer Versorgung mittels transartikulär liegender Kirschnerdrähte wurden Drahtwanderungen in die Lunge und den Spinalkanal beobachtet (89, 102). *Lindsey und Gutowski* (86) berichteten über die Migration in den Nackenbereich, *Eaton et al.* (36) über die Wanderung in die Pleura. Eine Zerreißung der A. subclavia beobachteten *Kumar et al.* (81). *Grauthoff et al.* (55) beschrieben 5 Fälle in denen die Aorta, die A. subclavia oder die Lunge verletzt wurden. Durch die in dieser Studie verwendete PDS-Cerclage können solche verfahrensspezifischen Komplikationen ausgeschlossen werden.

Zur Vorbeugung schmerzhafter ACG-Veränderungen schlägt *Graupe* (54) eine Resektion des Diskus und der Gelenkkapsel vor. 36,7 % der Patienten wiesen eine verbleibende Instabilität des ACGs auf. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass der superoposteriore Kapsel-Bandkomplex, welcher ein wesentlicher Stabilisator des ACGs ist, entfernt wurde. Aufgrund der erheblichen auf die Klavikula einwirkenden dislozierenden Kräfte, muss nach *Graupe* ein Implantat (Balser-Platte) gewählt werden, das diese Kräfte neutralisieren kann. Des Weiteren behauptet er, dass eine alleinige Bandnaht mit und ohne Augmentation durch resorbierbare PDS-Kordeln, diese mechanischen Kräfte während der frühfunktionellen Nachbehandlung nicht zu halten vermag und eine mögliche Fistelbildung durch das Augmentationsmaterial ein nicht zu unterschätzendes Risiko darstellt. Für das Auftreten von Bandverkalkungen, sowie eine erhöhte Arthroserate wird die frühzeitige Mobilisierung verantwortlich gemacht. Über Restbeschwerden klagten immerhin 50 % der operierten Patienten. Die Notwendigkeit einer zweiten Operation zur Materialentfernung, sowie die transartikuläre Lage des Implantates werden in den Ausführungen nicht negativ bewertet.

Es kann in Bezug auf diese Annahmen darauf hingewiesen werden, dass in der vorliegenden Studie nur ein einziger Therapieversager wegen Materialermüdung

während der frühfunktionellen Nachbehandlung erfasst werden konnte. Auch eine Fistelbildung konnte bei keinem unserer Patienten festgestellt werden.

Die Fixierung des ACGs durch eine PDS-Kordel scheint eine suffiziente Unterstützung in der Heilungsphase der Bandstrukturen zu sein, welche innerhalb von 10 Wochen nach Implantation abgeschlossen sein muss. Nach dieser Zeit verliert die PDS-Kordel ihre unterstützende Funktion komplett (130).

Tienen et al. (130) zeigten in ihren Ausführungen, dass erneute Luxationen bzw. Subluxationen des ACGs in allen Fällen innerhalb der ersten 4 Monate nach der Operation auftraten. Daraus kann geschlossen werden, dass die Konsolidierung der Kapselbandstrukturen innerhalb der ersten 4 Monate stattfindet.

Belastungsrontgenaufnahmen zeigten beim überwiegenden Teil der präsentierten Fälle eine gute vertikale Stabilität, lediglich 4% der untersuchten Patienten wiesen eine CC-Distanz von mehr als 10mm im Vergleich zur Gegenseite auf.

Eine signifikante Abweichung mit schlechteren Werten des CS in Bezug auf die CC-Distanz war hier zu erkennen (siehe Abb.32 & 33). Daher ist eine Verschlechterung der postoperativen Funktionalität erst ab einem korakoklavikulären Abstand von mehr als 1 cm, was eine komplette Reluxation bedeutete, zu erwarten.

Eine leichte verbleibende Subluxationsstellung des Gelenks kann nach verschiedenen Autoren (40, 46, 83) nicht in Zusammenhang mit Schmerzen oder einer Kraftminderung der betroffenen Extremität gebracht werden. Diese Annahmen decken sich mit den Ergebnissen dieser Studie. So zeigten die Patientengruppen mit einer CC-Distanz von < 5 mm vergleichbare Werte in den verwendeten Scores wie die, die eine CC-Distanz von 5-10mm im Vergleich zur Gegenseite aufwiesen.

Mayr et al. (88) berichteten über eine postoperative Subluxationsstellung in 28 % der Fälle, die mit einem schlechteren Ergebnis einhergingen, obwohl zu der PDS-Augmentation zusätzlich eine Stabilisierung mittels Kirschnerdraht erfolgte. Hierbei wurden die Patienten für 2-3 Tage mittels einer Traumaweste immobilisiert. Das Gewicht des Arms und der Skapula bewirkt eine enorme statische Belastung auf das rekonstruierte ACG. Zusätzlich kommt es bei insuffizienter Ruhigstellung zu größeren Bewegungen im Bereich der rekonstruierten Bänder. So kann es in der postoperativen Phase zu einer Lockerung des Augmentationsmaterials kommen was Subluxationsstellungen der Klavikula bewirken kann. Daher scheint eine restriktivere Nachbehandlung durch das Tragen eines Gilchristverbandes oder anderer orthopädischer Hilfsmittel wie der Traumaweste über einen längeren postoperativen

Zeitraum von großer Bedeutung zu sein, um das Repositionsergebnis zu sichern.

Nach Meinung von *Fremerey* (40) ist eine bestehende Subluxation mit dem Auftreten einer posttraumatischen Arthrose in Beziehung zu bringen, wohingegen eine komplette Luxationsfehlstellung ohne direkte Artikulation der Gelenkflächen dem Auftreten einer Arthrose entgegen wirke.

Pathologische klinische Zeichen einer ACG-Arthrose wurden in unseren Untersuchungen bei 14% der Patienten gefunden. Wenngleich die Kombination aus radiologischen und klinischen Zeichen einer ACG-Arthrose mit 6 % niedrig war, zeigten sich bei 36% der Patienten radiologische Anzeichen für eine ACG-Degeneration. Diese trat doppelt so häufig auf der operierten Seite auf. Das Auftreten radiologischer degenerativer Veränderungen korrelierte weder mit einem niedrigen Score-Wert noch mit einer vertikalen Instabilität. Allerdings beobachteten wir einen Trend zwischen einem geringen korakoklavikulären Abstand in mm und % und dem radiologischem Nachweis einer ACG-Arthrose. Eine mögliche Erklärung könnte die inkongruente Stellung der lateralen Klavikula zum Akromion sein. Somit würde eine vertikale Instabilität der Entstehung einer ACG-Arthrose vorbeugen. Ventrale Dislokationen und eine Rotationsfehlstellung der Klavikula, welche bei einer korakoklavikulären Bandcerclage in experimentellen Studien an anatomischen Präparaten nachgewiesen werden konnten (3, 73, 95), könnten bei der Entstehung degenerativer Veränderungen des ACGs jedoch von Bedeutung sein.

Taft et al. (126) stellten Langzeitergebnisse nach unterschiedlichen operativen Stabilisierungsmethoden vor und verglichen diese mit den Ergebnissen konservativer Therapie. Nach einem Nachuntersuchungszeitraum von 10 Jahren war das Auftreten einer posttraumatischen ACG-Arthrose entweder mit einer transartikulären Kirschnerdrahtfixierung oder einem Verlust der anatomischen Rekonstruktion assoziiert. In Anbetracht der Tatsache, dass sich in dieser Studie keine Korrelation zwischen dem Auftreten einer posttraumatischen ACG-Arthrose und einer vertikalen Instabilität zeigte, bleibt zu vermuten, dass das eigentliche Trauma, die Verletzung des Diskus oder eine vorhandene horizontale Instabilität für das Auftreten einer ACG-Arthrose mitverantwortlich ist.

Da das Auftreten einer Arthrose mit steigendem Alter zunimmt und durch das Unfall- und Operationstrauma noch verstärkt wird, könnte eine laterale Klavikularesektion zur Vorbeugung dieser Problematik sinnvoll sein.

Nach Auswertung der hier vorliegenden Daten zeigt sich, dass es keinen

Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer postoperativen Arthrose und einer Subluxationsstellung des ACGs gibt. Die drei Patienten (Pat.-Nrn. 9,45, 49), die Zeichen einer postoperativen Arthrose zeigten, wiesen korakoklavikuläre Distanzen von 15, 16 und 12 mm auf, was bei einem Mittelwert von 12,9 mm keine starke Abweichung darstellt. Die Auswertung in Bezug auf die Scoreergebnisse zeigte bei einem Patienten (Pat.-Nr. 45) schlechte Werte. So erzielte dieser im CS einen absoluten Wert von 76 Punkten (Mittelwert = 91,7), im DASH einen Wert von 30,8 Punkten (Mittelwert = 5) und im SSV 70 Punkte. Die schlechten Werte im CS resultierten vor allem aus der Angabe von Schmerzen und einer Kraftminderung, was Symptome einer manifesten ACG-Arthrose sein können. Dieser Patient hatte keine Bewegungseinschränkung.

Obwohl sich mit 36% relativ häufig radiologische Anzeichen einer ACG-Arthrose zeigten, waren diese lediglich bei 6 % der Patienten klinisch symptomatisch manifest.

Korakoklavikuläre Verkalkungen, die in der hier vorliegenden Studie mit einer Häufigkeit von 68 % angegeben werden, können nicht mit einem schlechteren Abschneiden in den angewandten Untersuchungsscores in Verbindung gebracht werden. Auch subjektiv stellen sie keine Verschlechterung dar. Diese Annahmen decken sich mit den Angaben von *Mazzocca et al.* (90), *Hessmann et al.* (64), *Fremerey et al.* (40) und *Chernchujit et al.* (21).

Ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten von korakoklavikulären Kalzifikationen und dem CC-Abstand zeigte sich in der vorliegenden Studie nicht.

Bei einer kompletten subakromialen Verknöcherung bei eingeschränkter Beweglichkeit und daraus resultierendem Impingmentsyndrom erfolgte bei einem Patienten 2 Jahre postoperativ eine Revision mit Abtragung der Kalzifikationen. Nach operativer Entfernung der Verkalkungen zeigten sich exzellente Werte in den Scores und ein hohes subjektives Wohlbefinden.

Habernek et al. (60) bezifferten die Kalzifizierungsrate mit 100%, wobei keiner der Patienten über Beschwerden klagte.

Tienen et al. (130) berichteten über das Auftreten von Verkalkungen in 28 % der Fälle, obwohl die Hälfte dieser Patienten unmittelbar nach der Operation mit Indometacin 3 x 25 mg über 5 Tage behandelt worden waren.

Durch die Verletzung des Kapselbandapparates kann es zu Verknöcherungen der ligamentären Strukturen des Akromioklavikulargelenkes kommen.

Bei der Ruptur oder Teilruptur der Ligamente kommt es ebenfalls zur Ruptur der versorgenden Gefäße mit Entstehung eines Hämatoms. Im Verlauf kommt es zur

Einsprossung von Chondrozyten. *Poigenfürst et al.* (110) zeigten weiterhin, dass die Verkalkung der Bandstümpfe verfahrensunabhängig ist. So entstehen die Verkalkungen sowohl bei den verschiedenen operativen Verfahren, als auch nach konservativer Therapie der ACG-Luxation.

Jerosch et al. (73) bewerteten acht verschiedene Techniken zur Wiederherstellung des ACGs und kamen zu dem Ergebnis, dass ein Knochenankersystem, das in den Proc. coracoideus eingebracht wird, und anschließend Fäden durch ein medialisiertes Bohrloch in der lateralen Klavikula verknotet werden, die beste anatomische Rekonstruktion erzielt. Eine perfekte Kongruenz im ACG erzielt laut *Baker et al.* (3) jedoch keines der überprüften korakoklavikulären „Loop-Repair“ Stabilisierungen.

Breslow et al. (16) verglichen Fadenschlingen mit Fadenankern und bescheinigten beiden Verfahren dieselbe Stabilität. Vorteile wie zum Beispiel der einfachere Operationszugang und ein geringeres Risiko an neurovaskulären Komplikationen können die Methoden mit Fadenankern aufweisen.

Das arthroskopische Einbringen einer 1,3 mm dicken einfachen PDS–Cerclage mit subkorakoidalem Flip Button wurde in einer biomechanischen Studie von *Wellmann et al.* 2007 veröffentlicht (144). Die Studie zeigt, dass diese Methode gleiche Werte in Bezug auf die Belastungsversager, die Steifigkeit und die Dehnbarkeit aufweist, wie eine singuläre PDS–Cerclage in üblicher Technik. Da diese Studie jedoch eine biomechanische Studie ist, bleibt abzuwarten, ob sich die Primärergebnisse auch klinisch langfristig bestätigen werden. Der minimalinvasive Zugang, das geringere Auftreten von neurovaskulären Komplikationen und ein minimiertes Risiko von anterioren Schlingendislokationen werden als Vorteile dieser Methode angegeben. Des Weiteren ist die technisch einfach durchzuführende Operation mit einer kürzeren Operationszeit verbunden, hinzukommend besteht die Möglichkeit der arthroskopischen Evaluation von möglichen Begleitverletzungen des Schultergelenkes.

Nach *Elser et al.* (37) und *Chernchujit et al.* (21) wirkt sich eine diagnostische Arthroskopie des Schultergelenks vorteilhaft aus, um Begleitverletzungen wie z.B. eine SLAP-Läsion auszuschließen (37). *Pauly et al.* (104) zeigten, dass diese, wie auch andere glenohumerale Begleitläsionen, z.B. Partialrupturen der Subskapularis- und Supraspinatussehne (PASTA-Läsion), bei bis zu 15% der Patienten mit akuten höhergradigen ACG-Luxationen auftraten. Die SLAP-Läsion entsteht dabei mit 31 % am häufigsten nach einem Sturz auf den abduzierten oder flektierten Arm (123), was dem

Unfallmechanismus der ACG-Luxation gleich kommt.

Die Möglichkeit Begleitverletzungen zu erkennen und umgehend mitzuversorgen wird als ein wesentlicher Vorteil der arthroskopischen Verfahren angesehen (10).

Da in den Studien von *Elser und Chernchujit* (21, 37) der CS zur Anwendung kam, können die Ergebnisse gut mit unserer Studie verglichen werden. Einem mittleren absoluten CS-Wert von 97 (84-100) Punkten der Studie von *Elser et al.* und 95 (75-100) bei *Chernchujit*, steht ein durchschnittlicher absoluter CS-Wert von 91,7 Punkten in unserer Studie gegenüber. Betrachtet man die Größe des Patientenkollektivs (*Elser*: 13 Patienten; *Chernchujit*: 13 Patienten; vorliegende Studie: 50 Patienten) wird deutlich, dass die Daten von *Elser* und *Chernchujit* aus einem viel kleineren Patientenkollektiv stammen. Weiterhin betrug ihr Nachuntersuchungszeitraum durchschnittlich je 9 Monate und 18 Monate, demgegenüber steht unser Beobachtungszeitraum von 70 Monaten.

In der vorliegenden Studie wurde weder präoperativ ein MRT der Schulter angefertigt noch wurde eine Arthroskopie des Schultergelenkes durchgeführt. Daher konnten mögliche intraartikuläre BegleitleSIONen nicht aufgedeckt werden. Ob diese aufgrund der erreichten guten Ergebnisse klinisch stumm verlaufen bzw. ausheilen, oder möglicherweise für die schlechten Resultate einzelner Patienten verantwortlich sind, kann nicht abschließend geklärt werden.

12 der 50 Patienten die nachuntersucht werden konnten waren zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung älter als 50 Jahre. Der durchschnittliche Wert im CS liegt mit 89,2 Punkten nur geringfügig unter dem Wert der kompletten Kohorte von 91,7 Punkten. Weiterhin zeigte sich in der Gruppe der über 50jährigen ein Wert im agCS von durchschnittlich 113,1 Punkten, welcher deutlich über dem durchschnittlichen Wert der kompletten Kohorte mit 102 Punkten liegt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass das zunehmende Alter des Verletzten keinen wesentlichen Einfluss auf die postoperativen Ergebnisse hat, sondern dass die schlechteren Werte im CS eher mit einer generell schlechter werdenden Schulterfunktion im Alter zu begründen ist, was in den Ergebnissen des agCS berücksichtigt wird.

Obwohl sich überwiegend gute bis sehr gute Ergebnisse zeigten, wiesen 5 Patienten befriedigende bzw. schlechte Ergebnisse auf. 2 der 5 Patienten fielen in die Altersgruppe von über 50 Jahren, die restlichen drei Patienten waren 27, 41 und 44 Jahre alt. Einer dieser Patienten wies aufgrund eines Verkehrsunfalls zusätzliche Verletzungen auf. Mehrere Faktoren verminderten die Score-Werte dieser Patienten.

Sie wiesen mindestens drei der folgenden negativen Eigenschaften auf: Schmerz, Steifigkeit, Dislokation, ACG-Arthrose oder eine verminderte Abduktionskraft. Alle Patienten berichteten über einen geringen Restschmerz in der operierten Schulter und eine verminderte Abduktionskraft. *Böhm et al.* (13) zeigten 1997, dass ein verminderter Wert des absoluten CS vor allem mit einer schlechten Abduktionskraft einhergeht. An schultergesunden Studenten zeigten sie, dass selbst junge Menschen mit normaler Schulterfunktion keinen vollen Punktwert erreichen konnten. Dies könnte eine Erklärung für das schlechte Abschneiden einiger Patienten sein. Eine weitere Möglichkeit wäre das gleichzeitige Vorhandensein einer bisher nicht diagnostizierten intraartikulären Läsion, wie z.B. einer Rotatorenmanschettenruptur. 2 Patienten zeigten eine eingeschränkte Beweglichkeit im Sinne einer Schultersteife und korrespondierende Einschränkungen in der Aktivität des täglichen Lebens. 2 Patienten zeigten klinische Symptome einer ACG-Arthrose, welche bei einem Patienten auch radiologisch nachweisbar war.

Zusammenfassend zeigt sich die operative Versorgung der akuten ACG-Luxation mit einer korakoklavikulären PDS-Cerclage als ein gutes operatives Verfahren mit geringer Komplikationsrate und ohne Notwendigkeit eines 2. operativen Eingriffes.

Obwohl sich degenerative Veränderungen doppelt so häufig auf der operierten Seite im Vergleich zur nicht operierten Seite radiologisch abbildeten, konnte bis jetzt kein Zusammenhang mit dem klinischen outcome dargestellt werden. Ob das Auftreten einer posttraumatischen Arthrose durch neue, arthroskopische oder minimal-invasive Verfahren mit anatomischer Rekonstruktion gesenkt werden kann, oder ob die sekundären degenerativen Veränderungen auf die Verletzung selbst zurückzuführen sind, müssen weitere zukünftige Studien zeigen.

5 Zusammenfassung

Über die optimale operative Methode zur Rekonstruktion der akuten ACG-Luxation wird anhaltend kontrovers diskutiert. In der aktuellen Literatur gibt es nur wenige Studien, die mittel- bis langfristige Ergebnisse nach verschiedenen Stabilisierungsmöglichkeiten aufweisen können. Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive klinische Studie, die die klinischen und radiologischen Langzeitergebnisse nach operativer Rekonstruktion des Schulterergelenkes mittels PDS-Cerclage untersucht.

50 Patienten mit einem mittleren Alter von 35 Jahren konnten nach durchschnittlich 70 Monaten nachuntersucht werden. Eingeteilt nach Rockwood hatten 44 eine R V, 5 eine R III und ein Patient eine R IV Verletzung. Die Patienten wurden klinisch und radiologisch nachuntersucht, weiterhin erfolgte die Aufnahme des Constant Score, des DASH Score und des SSV.

Es konnten „gute“ bis „sehr gute“ Ergebnisse mit einem durchschnittlichen CS von $91,7 \pm 8,7$ gezeigt werden. Der mittlere DASH-Score Wert betrug $5 \pm 8,8$ und der SSV lag bei $92 \pm 10,7$. Radiologisch zeigten 80% eine CC-Distanz von $<5\text{mm}$ im Vergleich zur gesunden Seite, 14 % eine Distanz von 5-10 mm und 6 % von $>10\text{ mm}$. Radiologische Zeichen einer ACG-Arthrose zeigten sich bei 36% der Patienten, die jedoch nur bei 6 % klinisch manifest gewesen ist. Korakoklavikuläre Kalzifikationen traten bei 68 % der Patienten auf, hatten aber keinen Einfluss auf das klinische Ergebnis. Komplikationen waren: ein oberflächlicher Wundinfekt, eine massive korakoklavikuläre Kalzifikation und zwei komplette Redislokationen.

Die operative Stabilisierung mittels PDS-Cerclage bei akuter ACG-Luxation zeigt gute bis sehr gute Ergebnisse. Im mittel- bis langfristigen follow-up zeigt sich eine hohe Inzidenz von radiologisch nachweisbaren degenerativen Veränderungen des ACGs. Ob neue, mehr anatomische Rekonstruktionsmethoden oder minimal-invasive Techniken die Komplikationsrate und das Risiko der Entstehung einer posttraumatischen Arthrose weiter senken können, oder ob die Verletzung selbst zu diesen sekundären degenerativen Veränderungen führt, müssen weitere zukünftige Studien zeigen. Dahingegen scheint die Komplikationsrate geringer zu sein als bei den meisten anderen Operationsverfahren, nicht zuletzt wegen der fehlenden Notwendigkeit einer 2. Operation.

6 Literaturverzeichnis

1. **Adams, F.** 1886. The genuine works of Hippocrates. Volumes 1 and 2. New York: William Wood.
2. **Bailey, R.** 1965. A dynamic repair for complete acromioclavicular joint dislocations. *J Bone Joint Surg Am* **47**:858.
3. **Baker, J. E., G. T. Nicandri, D. C. Young, J. R. Owen, and J. S. Wayne.** 2003. A cadaveric study examining acromioclavicular joint congruity after different methods of coracoclavicular loop repair. *J Shoulder Elbow Surg* **12**:595-8.
4. **Balsler, D.** 1976. Eine neue Methode zur operativen Behandlung der Luxatio acromioclavicularis completa. *Persönliche Mitteilungen*.
5. **Bannister, G. C., W. A. Wallace, P. G. Stableforth, and M. A. Hutson.** 1989. The management of acute acromioclavicular dislocation. A randomised prospective controlled trial. *J Bone Joint Surg Br* **71**:848-50.
6. **Bargren, J. H., S. Erlanger, and H. M. Dick.** 1978. Biomechanics and comparison of two operative methods of treatment of complete acromioclavicular separation. *Clin Orthop Relat Res*:267-72.
7. **Bathis, H., M. Tingart, B. Bouillon, and T. Tiling.** 2000. [Conservative or surgical therapy of acromioclavicular joint injury--what is reliable? A systematic analysis of the literature using "evidence-based medicine" criteria]. *Chirurg* **71**:1082-9.
8. **Bathis, H., M. Tingart, B. Bouillon, and T. Tiling.** 2001. [The status of therapy of acromioclavicular joint injury. Results of a survey of trauma surgery clinics in Germany]. *Unfallchirurg* **104**:955-60.
9. **Bearden, J. M., J. C. Hughston, and G. S. Whatley.** 1973. Acromioclavicular dislocation: method of treatment. *J Sports Med* **1**:5-17.
10. **Berg, E. E., and J. V. Ciullo.** 1997. The SLAP lesion: a cause of failure after distal clavicle resection. *Arthroscopy* **13**:85-9.
11. **Blatter, G., and G. Meier.** 1990. [Augmentation of the coraco-clavicular ligament suture. Comparison between wire cerclage, vicryl tape and PDS cord]. *Unfallchirurg* **93**:578-83.
12. **Bohler, J.** 1950. [Treatment of recent acromioclavicular dislocation with temporary percutaneous transfixation]. *Wien Med Wochenschr* **100**:264-5.
13. **Böhm, T. M., T.; Rehwald, C.; Gohlke, F.; Barthel, T.; Eulert, J.** 1997. Age and Sex related Constant Murley Score. *J Shoulder Elbow Surg* **194**.
14. **Bosworth, B. M.** 1941. Acromioclavicular Separation: New method of repair. *Surg Gynevol Obstet* **73**:866 - 871.
15. **Bosworth, B. M.** 1949. Complete acromioclavicular dislocation. *N Engl J Med* **241**:221 - 225.
16. **Breslow, M. J., L. M. Jazrawi, A. D. Bernstein, F. J. Kummer, and A. S. Rokito.** 2002. Treatment of acromioclavicular joint separation: suture or suture anchors? *J Shoulder Elbow Surg* **11**:225-9.

17. **Broos, P., D. Stoffelen, K. Van de Sijpe, and I. Fourneau.** 1997. [Surgical management of complete Tossy III acromioclavicular joint dislocation with the Bosworth screw or the Wolter plate. A critical evaluation]. *Unfallchirurgie* **23**:153-9; discussion 160.
18. **Brunelli, G., and F. Brunelli.** 1988. The treatment of acromio-clavicular dislocation by transfer of the short head of biceps. *Int Orthop* **12**:105-8.
19. **Cadenat, F.** 1917. The treatment of dislocations and fractures of the outer end of the clavicle. *Int Clin.* **1**:145-169.
20. **Cave, E. F.** 1958. *Fractures and other injuries.* Chicago, Year Book Medical.
21. **Chernchujit, B., T. Tischer, and A. B. Imhoff.** 2006. Arthroscopic reconstruction of the acromioclavicular joint disruption: surgical technique and preliminary results. *Arch Orthop Trauma Surg* **126**:575-81.
22. **Constant, C. R.** 1991. [Assessment of shoulder function]. *Orthopade* **20**:289-94.
23. **Constant, C. R., and A. H. Murley.** 1987. A clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop Relat Res*:160-4.
24. **Cooper, E. S.** 1861. New method of treating long standing dislocations of the scapulo-clavicular articulation. *Am J Med Sci* **41**:389-392.
25. **Copeland, S., and L. Kessel.** 1980. Disruption of the acromioclavicular joint: surgical anatomy and biological reconstruction. *Injury* **11**:208-14.
26. **Depalma, A.** 1957. Degenerative changes in the sternoclavicular and acromioclavicular joints in various decades. Thomas, Springfield, IL.
27. **Depalma, A., Callery, G., Bennett, G.** 1949. Variational anatomy and degenerative lesions of the shoulder joint. *Instr Course Lect.* **6**:255-281.
28. **Depalma, A. F.** 1957. The painful shoulder. *Postgrad Med* **21**:368-76.
29. **Dihlmann, W.** 1987. *Gelenke-Wirbelverbindungen.* Thieme Verlag Stuttgart / New York.
30. **Dimakopoulos, P., A. Panagopoulos, S. A. Syggelos, E. Panagiotopoulos, and E. Lambiris.** 2006. Double-loop suture repair for acute acromioclavicular joint disruption. *Am J Sports Med* **34**:1112-9.
31. **Dociu, N.** 1978. Vicryl und sein Verhalten im Gewebe. *Ethicon OP Forum* **96**.
32. **Dociu, N. a. H. P.** 1981. PDS ein neues Nahtmaterial. *Ethicon OP Forum* **108**.
33. **Döhler, C., Busse, M., Gahr, R.H.** 2001. Validierung des DASH-Scores am modifizierten Neer-Score. *KCS* **2(4)**:57 - 66.
34. **Dreithaler, B.** 2002. Die AC-Platte modifiziert nach Dreithaler. *OP-Anleitung.*
35. **Durst, J.** 1997. *Traumatologische Praxis,* Stuttgart.
36. **Eaton, R., Serletti, J.** 1981. Computerized axial tomography - a method of localizing Steinmann pin migration: a case report. *Orthopedics* **4**:1357-1360.
37. **Elser, F., B. Chernchujit, P. Ansah, and A. B. Imhoff.** 2005. [A new minimally invasive arthroscopic technique for reconstruction of the acromioclavicular joint]. *Unfallchirurg* **108**:645-9.

38. **Eskola, A., S. Vainionpaa, O. Korkala, and P. Rokkanen.** 1987. Acute complete acromioclavicular dislocation. A prospective randomized trial of fixation with smooth or threaded Kirschner wires or cortical screw. *Ann Chir Gynaecol* **76**:323-6.
39. **Fremerey, R. W., P. Lobenhoffer, U. Bosch, E. Freudenberg, and H. Tscherne.** 1996. [Surgical treatment of acute, complete acromioclavicular joint dislocation. Indications, technique and results]. *Unfallchirurg* **99**:341-5.
40. **Fremerey, R. W., P. Lobenhoffer, K. Ramacker, T. Gerich, M. Skutek, and U. Bosch.** 2001. [Acute acromioclavicular joint dislocation--operative or conservative therapy?]. *Unfallchirurg* **104**:294-9.
41. **Freudenschuss, B., H. Boszotta, and W. Helperstorfer.** 1991. [Results after surgical stabilization of the ruptured shoulder joint. Combination procedure versus Bosworth screw]. *Unfallchirurg* **94**:95-8.
42. **Friedmann, S. A., J.D.; Wiedemann, E.; Tröger, M.; Hosseini, H.; Lobenhoffer, P.** 2007. Stabilisierung der frischen Akromioklavikulargelenkluxation mit dem TightRope®
Eine neue und einfache arthroskopische Technik. *Arthroskopie* **20**:233–236.
43. **Fuchs, B., B. Jost, and C. Gerber.** 2000. Posterior-inferior capsular shift for the treatment of recurrent, voluntary posterior subluxation of the shoulder. *J Bone Joint Surg Am* **82**:16-25.
44. **Fukuda, K., E. V. Craig, K. N. An, R. H. Cofield, and E. Y. Chao.** 1986. Biomechanical study of the ligamentous system of the acromioclavicular joint. *J Bone Joint Surg Am* **68**:434-40.
45. **Gagey, N., E. Ravaud, and J. P. Lassau.** 1993. Anatomy of the acromial arch: correlation of anatomy and magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat* **15**:63-70.
46. **Galpin, R. D., R. J. Hawkins, and R. W. Grainger.** 1985. A comparative analysis of operative versus nonoperative treatment of grade III acromioclavicular separations. *Clin Orthop Relat Res*:150-5.
47. **Gerber, C., B. Fuchs, and J. Hodler.** 2000. The results of repair of massive tears of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am* **82**:505-15.
48. **Gerber, C., and C. A. Rockwood, Jr.** 1987. Subcoracoid dislocation of the lateral end of clavicle. A report of three cases. *J Bone Joint Surg Am* **69**:924-7.
49. **Germann, G., A. Harth, G. Wind, and E. Demir.** 2003. [Standardisation and validation of the German version 2.0 of the Disability of Arm, Shoulder, Hand (DASH) questionnaire]. *Unfallchirurg* **106**:13-9.
50. **Germann, G., G. Wind, and A. Harth.** 1999. [The DASH(Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire--a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome]. *Handchir Mikrochir Plast Chir* **31**:149-52.
51. **Gilbart, M. K., and C. Gerber.** 2007. Comparison of the subjective shoulder value and the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg* **16**:717-21.
52. **Gohring, U., A. Matusiewicz, W. Friedl, and W. Ruf.** 1993. [Results of treatment after different surgical procedures for management of acromioclavicular joint dislocation]. *Chirurg* **64**:565-71.

53. **Gollwitzer, M.** 1993. [Surgical management of complete acromioclavicular joint dislocation (Tossy III) with PDS cord cerclage]. *Aktuelle Traumatol* **23**:366-70.
54. **Graupe, F., U. Dauer, and M. Eyszel.** 1995. [Late results of surgical treatment of Tossy III acromioclavicular joint separation with the Balser plate]. *Unfallchirurg* **98**:422-6.
55. **Grauthoff, H., and H. L. Klammer.** 1978. [Complications due to migration of a Kirschner wire from the clavicle (author's transl)]. *Rofo* **128**:591-4.
56. **Greiner, S., J. Braunsdorf, C. Perka, S. Herrmann, and S. Scheffler.** 2009. Mid to long-term results of open acromioclavicular-joint reconstruction using polydioxansulfate cerclage augmentation. *Arch Orthop Trauma Surg* **129**:735-40.
57. **Gstettner, C., M. Tauber, W. Hitzl, and H. Resch.** 2008. Rockwood type III acromioclavicular dislocation: surgical versus conservative treatment. *J Shoulder Elbow Surg* **17**:220-5.
58. **Gumina, S., S. Carbone, and F. Postacchini.** 2009. Scapular dyskinesis and SICK scapula syndrome in patients with chronic type III acromioclavicular dislocation. *Arthroscopy* **25**:40-5.
59. **Guy, D. K., M. A. Wirth, J. L. Griffin, and C. A. Rockwood, Jr.** 1998. Reconstruction of chronic and complete dislocations of the acromioclavicular joint. *Clin Orthop Relat Res*:138-49.
60. **Habernek, H., R. Weinstabl, L. Schmid, and C. Fialka.** 1993. A crook plate for treatment of acromioclavicular joint separation: indication, technique, and results after one year. *J Trauma* **35**:893-901.
61. **Hackenberger, J., J. Schmidt, and T. Altmann.** 2004. [The effects of hook plates on the subacromial space--a clinical and MRT study]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* **142**:603-10.
62. **Henkel, T., R. Oetiker, and W. Hackenbruch.** 1997. [Treatment of fresh Tossy III acromioclavicular joint dislocation by ligament suture and temporary fixation with the clavicular hooked plate]. *Swiss Surg* **3**:160-6.
63. **Henschke, F., Zeiler, G., Reinhold, R.** 1997. Relevanz der konventionellen Radiologie in der Traumatologie des Akromioklavikulargelenkes. *Osteologie* **6** (2):70-80.
64. **Hessmann, M., L. Gotzen, and H. Gehling.** 1995. Acromioclavicular reconstruction augmented with polydioxanonsulphate bands. Surgical technique and results. *Am J Sports Med* **23**:552-6.
65. **Hessmann, M., L. Gotzen, H. Gehling, and A. Richter.** 1995. Reconstruction of complete acromioclavicular separations (Tossy III) using PDS-banding as augmentation: experience in 64 cases. *Acta Chir Belg* **95**:147-51.
66. **Hessmann, M., L. Gotzen, H. Gehling, and D. Ruschenpohler.** 1997. [Results of reconstruction of acromioclavicular joint rupture with PDS implants]. *Unfallchirurg* **100**:193-7.
67. **Hosseini, H. A., J.D.** 2010. Arthroskopische Rekonstruktion der akuten AC-Gelenk-Instabilität. *Arthroscopie* **23**:281–285.

68. **Hudak, P. L., Amadio, P.C., Bombardier, C.** 1996. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). *Am J Ind Med* **29(6)**:602-608.
69. **Iannotti, J. P., Williams G.R.** 1999. Disorders of the shoulder: Diagnosis and Management.
70. **Inman, V. T.** 1944. Saunders JB deCM, Abbott LC: Observations on the function of shoulder joint. *J Bone Joint Surg* **26**:1-30.
71. **Jäger, M., Wirth, C.J.** 1978. Kapselbandschaden des Schultergelenkes in: Kapselbandläsionen: Biomechanik, Diagnostik und Therapie. Thieme Verlag Stuttgart.
72. **Jerosch, J., Castro, W.H.M.** 1995. Orthopädisch-traumatologische Gelenkdiagnostik.
73. **Jerosch, J., T. Filler, E. Peuker, M. Greig, and U. Siewering.** 1999. Which stabilization technique corrects anatomy best in patients with AC-separation? An experimental study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **7**:365-72.
74. **Jester, A., A. Harth, and G. Germann.** 2005. Measuring levels of upper-extremity disability in employed adults using the DASH Questionnaire. *J Hand Surg [Am]* **30**:1074 e1-1074 e10.
75. **Kappakas, G. S., and J. H. McMaster.** 1978. Repair of acromioclavicular separation using a dacron prosthesis graft. *Clin Orthop Relat Res*:247-51.
76. **Keitel, W., Keitel, R.** 2000. Anamnese und klinische Untersuchung - Schultergürtel. in: Rau, R. Basistherapie der rheumatoiden Arthritis Uni-med Bremen.
77. **Klimkiewicz, J. J., G. R. Williams, J. S. Sher, A. Karduna, J. Des Jardins, and J. P. Iannotti.** 1999. The acromioclavicular capsule as a restraint to posterior translation of the clavicle: a biomechanical analysis. *J Shoulder Elbow Surg* **8**:119-24.
78. **Koka, S. R., and J. C. D'Arcy.** 1993. Inferior (subacromial) dislocation of the outer end of the clavicle. *Injury* **24**:210-1.
79. **Kossmann, H.** 1986. Knochen, Gelenke und Kapselbandstrukturen an der menschlichen Schulter. Dissertation, Bonn.
80. **Kruger-Franke, M., T. Maurer, and B. Rosemeyer.** 1993. [Results of a combined surgical procedure in complete Tossy III acromioclavicular joint dislocation]. *Unfallchirurg* **96**:1-5.
81. **Kumar, S., A. Sethi, and A. K. Jain.** 1995. Surgical treatment of complete acromioclavicular dislocation using the coracoacromial ligament and coracoclavicular fixation: report of a technique in 14 patients. *J Orthop Trauma* **9**:507-10.
82. **Lafosse, L., G. P. Baier, and J. Leuzinger.** 2005. Arthroscopic treatment of acute and chronic acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy* **21**:1017.
83. **Larsen, E., A. Bjerg-Nielsen, and P. Christensen.** 1986. Conservative or surgical treatment of acromioclavicular dislocation. A prospective, controlled, randomized study. *J Bone Joint Surg Am* **68**:552-5.

84. **Leidel, B. A., V. Braunstein, S. Pilotto, W. Mutschler, and C. Kirchhoff.** 2009. Mid-term outcome comparing temporary K-wire fixation versus PDS augmentation of Rockwood grade III acromioclavicular joint separations. *BMC Res Notes* **2**:84.
85. **Lemos, M. J.** 1998. The evaluation and treatment of the injured acromioclavicular joint in athletes. *Am J Sports Med* **26**:137-44.
86. **Lindsey, R. W., and W. T. Gutowski.** 1986. The migration of a broken pin following fixation of the acromioclavicular joint. A case report and review of the literature. *Orthopedics* **9**:413-6.
87. **Linke, R., and D. Moschinski.** 1984. [Combined operative treatment of acromioclavicular dislocations]. *Unfallheilkunde* **87**:223-5.
88. **Mayr, E., W. Braun, W. Eber, and A. Ruter.** 1999. [Treatment of acromioclavicular joint separations. Central Kirschner- wire and PDS-augmentation]. *Unfallchirurg* **102**:278-86.
89. **Mazet, R.** 1943. Migration of a Kirschner wire from the shoulder region into the lung: report of two cases. *J Bone Joint Surg* **25**:477-483.
90. **Mazzocca, A. D., R. A. Arciero, and J. Bicos.** 2007. Evaluation and treatment of acromioclavicular joint injuries. *Am J Sports Med* **35**:316-29.
91. **McFarland, E. G., S. J. Blivin, C. B. Doehring, L. A. Curl, and C. Silberstein.** 1997. Treatment of grade III acromioclavicular separations in professional throwing athletes: results of a survey. *Am J Orthop* **26**:771-4.
92. **Mlasowsky, B., P. Brenner, W. Duben, and H. Heymann.** 1988. Repair of complete acromioclavicular dislocation (Tossy stage III) using Balser's hook plate combined with ligament sutures. *Injury* **19**:227-32.
93. **Moinfar, A. R., and A. M. Murthi.** 2007. Anatomy of the pectoralis minor tendon and its use in acromioclavicular joint reconstruction. *J Shoulder Elbow Surg* **16**:339-46.
94. **Monig, S. P., C. Burger, H. J. Helling, A. Prokop, and K. E. Rehm.** 1999. Treatment of complete acromioclavicular dislocation: present indications and surgical technique with biodegradable cords. *Int J Sports Med* **20**:560-2.
95. **Morrison, D. S., and M. J. Lemos.** 1995. Acromioclavicular separation. Reconstruction using synthetic loop augmentation. *Am J Sports Med* **23**:105-10.
96. **Mouhsine, E., R. Garofalo, X. Crevoisier, and A. Farron.** 2003. Grade I and II acromioclavicular dislocations: results of conservative treatment. *J Shoulder Elbow Surg* **12**:599-602.
97. **Murena, L., E. Vulcano, C. Ratti, L. Ceconello, P. R. Rolla, and M. F. Surace.** 2009. Arthroscopic treatment of acute acromioclavicular joint dislocation with double flip button. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **17**:1511-5.
98. **Namkoong, S., J. D. Zuckerman, and D. J. Rose.** 2007. Traumatic subacromial dislocation of the acromioclavicular joint: a case report. *J Shoulder Elbow Surg* **16**:e8-10.
99. **Naumann, T.** 1986. [A rare case of habitual lateral clavicular dislocation in the dorsal subacromial direction (case report)]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* **124**:34-5.

100. **Needell, S. D., M. B. Zlatkin, J. S. Sher, B. J. Murphy, and J. W. Uribe.** 1996. MR imaging of the rotator cuff: peritendinous and bone abnormalities in an asymptomatic population. *AJR Am J Roentgenol* **166**:863-7.
101. **Nelson, C.** 1979. Repair of acromioclavicular separations with knitted Dacron graft. *Clin Orthop Relat Res* **143**:289.
102. **Norrell, H., Jr., and R. C. Llewellyn.** 1965. Migration of a Threaded Steinmann Pin from an Acromioclavicular Joint into the Spinal Canal. a Case Report. *J Bone Joint Surg Am* **47**:1024-6.
103. **Park, J. P., J. A. Arnold, T. P. Coker, W. D. Harris, and D. A. Becker.** 1980. Treatment of acromioclavicular separations. A retrospective study. *Am J Sports Med* **8**:251-6.
104. **Pauly, S., C. Gerhardt, N. P. Haas, and M. Scheibel.** 2009. Prevalence of concomitant intraarticular lesions in patients treated operatively for high-grade acromioclavicular joint separations. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* **17**:513-7.
105. **Pennington, R. G., N. J. Bottomley, D. Neen, and H. C. Brownlow.** 2008. Radiological features of osteoarthritis of the acromioclavicular joint and its association with clinical symptoms. *J Orthop Surg (Hong Kong)* **16**:300-2.
106. **Petersen, W., M. Wellmann, S. Rosslenbroich, and T. Zantop.** [Minimally Invasive Acromioclavicular Joint Reconstruction (MINAR)]. *Oper Orthop Traumatol* **22**:52-61.
107. **Petersson, C. J.** 1983. Degeneration of the acromioclavicular joint. A morphological study. *Acta Orthop Scand* **54**:434-8.
108. **Pfahler, M., A. Krodel, and H. J. Refior.** 1994. Surgical treatment of acromioclavicular dislocation. *Arch Orthop Trauma Surg* **113**:308-11.
109. **Phillips, A. M., C. Smart, and A. F. Groom.** 1998. Acromioclavicular dislocation. Conservative or surgical therapy. *Clin Orthop Relat Res*:10-7.
110. **Poigenfürst, J.** 1990. Die Technik der korakoklavikulären Verschraubung bei Rupturen des akromioklavikulären Gelenkes. *Operat Orthop Traumatol* **2**:233-244.
111. **Prokop, A., H. J. Helling, J. Andermahr, S. Monig, and K. E. Rehm.** 2003. [Tosy III injuries of the acromioclavicular joint. In what circumstances is surgery still justified? Personal results and literature review]. *Orthopade* **32**:432-6.
112. **Rahmanzadeh, R., C. Voigt, and S. Fahimi.** 1991. [Surgical treatment of acromioclavicular joint injury]. *Helv Chir Acta* **57**:805-14.
113. **Rockwood, C.-J., Madsen, FA III.** 1990. *The Shoulder*. Saunders, Philadelphia **Vol. 1**.
114. **Rockwood, C.-J., Young, DC.** 1990. Disorders of the acromioclavicular joint. In: *Rockwood, CA - Jr, Madsen, FA III, The Shoulder*.
115. **Rüter, A. T., O.; Wagner, M.** 1995. *Unfallchirurgie*. Urban und Schwarzenberg.
116. **Ryhanen, J., A. Leminen, T. Jamsa, J. Tuukkanen, A. Pramila, and T. Raatikainen.** 2006. A novel treatment of grade III acromioclavicular joint dislocations with a C-hook implant. *Arch Orthop Trauma Surg* **126**:22-7.

117. **Sage, J.** 1982. Recurrent inferior dislocation of the clavicle at the acromioclavicular joint. A case report. *Am J Sports Med* **10**:145-6.
118. **Salter, E. G., Jr., R. J. Nasca, and B. S. Shelley.** 1987. Anatomical observations on the acromioclavicular joint and supporting ligaments. *Am J Sports Med* **15**:199-206.
119. **Salzmann, G. M., L. Walz, S. Buchmann, P. Glabgly, A. Venjakob, and A. B. Imhoff.** Arthroscopically assisted 2-bundle anatomical reduction of acute acromioclavicular joint separations. *Am J Sports Med* **38**:1179-87.
120. **Schumpelick, V. B., N.; Momsen, U.** 1991. *Chirurgie*, vol. 2. Auflage. Enke Verlag.
121. **Serfling, H. J., Brückner, R.** 1975. Eingriffe am Akromioklavikulargelenk. *Chirurgische Operationslehre*, vol. 8. Auflage.
122. **Sim, E., N. Schwarz, K. Hocker, and A. Berzlanovich.** 1995. Repair of complete acromioclavicular separations using the acromioclavicular-hook plate. *Clin Orthop Relat Res*:134-42.
123. **Snyder, S. J., M. P. Banas, and R. P. Karzel.** 1995. An analysis of 140 injuries to the superior glenoid labrum. *J Shoulder Elbow Surg* **4**:243-8.
124. **Spencer, E. E., Jr.** 2007. Treatment of grade III acromioclavicular joint injuries: a systematic review. *Clin Orthop Relat Res* **455**:38-44.
125. **Stein, B. E., J. M. Wiater, H. C. Pfaff, L. U. Bigliani, and W. N. Levine.** 2001. Detection of acromioclavicular joint pathology in asymptomatic shoulders with magnetic resonance imaging. *J Shoulder Elbow Surg* **10**:204-8.
126. **Taft, T. N., F. C. Wilson, and J. W. Oglesby.** 1987. Dislocation of the acromioclavicular joint. An end-result study. *J Bone Joint Surg Am* **69**:1045-51.
127. **Tauber, M., M. Eppel, and H. Resch.** 2007. Acromioclavicular reconstruction using autogenous semitendinosus tendon graft: Results of revision surgery in chronic cases. *J Shoulder Elbow Surg*.
128. **Thielke, K. H., Barth, F., Echemeyer, V.** 2004. Akromioklavikulargelenksverletzungen. *Trauma und Berufskrankheit* **6**:334-338.
129. **Tibone, J., R. Sellers, and P. Tonino.** 1992. Strength testing after third-degree acromioclavicular dislocations. *Am J Sports Med* **20**:328-31.
130. **Tienen, T. G., J. F. Oyen, and P. J. Eggen.** 2003. A modified technique of reconstruction for complete acromioclavicular dislocation: a prospective study. *Am J Sports Med* **31**:655-9.
131. **Tillmann, B., Töndury, G.** 1998. Obere Extremität. In: Leonhardt-H, Tillmann-B, Töndury-G, Zilles-K (Hrsg) *Anatomie des Menschen (Raubert/Kopsch), Band I: Bewegungsapparat.*
132. **Tingart, M., H. Bathis, R. Lefering, B. Bouillon, and T. Tiling.** 2001. [Constant Score and Neer Score. A comparison of score results and subjective patient satisfaction]. *Unfallchirurg* **104**:1048-54.
133. **Tossy, J. D., N. C. Mead, and H. M. Sigmund.** 1963. Acromioclavicular separations: useful and practical classification for treatment. *Clin Orthop Relat Res* **28**:111-9.

134. **Troidl, H.** 1989. Quality of life: a relevant final criterium in surgery. *Chirurg* **60**:445-449.
135. **Tsou, P. M.** 1989. Percutaneous cannulated screw coracoclavicular fixation for acute acromioclavicular dislocations. *Clin Orthop Relat Res*:112-21.
136. **Urist, M. R.** 1946. Complete Dislocation of teh acromioclavicular joint; the nature of the traumatic lesion and effective methods of treatment with an analysis of 41 cases. *J Bone Joint Surg Am* **28**:813-837.
137. **Usadel, G.** 1940. Die Behandlung der Schulterreckgelenksverrenkung mit Kopfwärtsverlagerung des Schlüsselbeins. *Ergeb. d. Chir. u. Orthop* **33**:387-476.
138. **Voigt, C., F. Enes-Gaiao, and S. Fahimi.** 1994. [Treatment of acromioclavicular joint dislocation with the Rahmanzadeh joint plate]. *Aktuelle Traumatol* **24**:128-32.
139. **Walz, L. S., G.M.; Imhoff, A.B.** 2007. Die arthroskopisch-anatomische Rekonstruktion von Akromioklavikulargelenkluxationen mit 2 TightRope®. *Arthroskopie* **20**:237-239.
140. **Wang, K. C., K. Y. Hsu, and C. H. Shih.** 1994. Coracoid process fracture combined with acromioclavicular dislocation and coracoclavicular ligament rupture. A case report and review of the literature. *Clin Orthop Relat Res*:120-2.
141. **Weaver, J. K., and H. K. Dunn.** 1972. Treatment of acromioclavicular injuries, especially complete acromioclavicular separation. *J Bone Joint Surg Am* **54**:1187-94.
142. **Weinstein, D. M., P. D. McCann, S. J. McIlveen, E. L. Flatow, and L. U. Bigliani.** 1995. Surgical treatment of complete acromioclavicular dislocations. *Am J Sports Med* **23**:324-31.
143. **Wellmann, M., T. Zantop, and W. Petersen.** 2007. Minimally invasive coracoclavicular ligament augmentation with a flip button/polydioxanone repair for treatment of total acromioclavicular joint dislocation. *Arthroscopy* **23**:1132 e1-5.
144. **Wellmann, M., T. Zantop, A. Weimann, M. J. Raschke, and W. Petersen.** 2007. Biomechanical evaluation of minimally invasive repairs for complete acromioclavicular joint dislocation. *Am J Sports Med* **35**:955-61.
145. **Westphal, T.** 2007. [Reliability and responsiveness of the German version of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand questionnaire (DASH).], p. 548-52, *Unfallchirurg*, vol. 110.
146. **Wilson, K. M., and J. C. Colwill.** 1989. Combined acromioclavicular dislocation with coracoclavicular ligament disruption and coracoid process fracture. *Am J Sports Med* **17**:697-8.
147. **Winkler, H., D. Schlamp, and A. Wentzensen.** 1994. [Treatment of acromioclavicular joint dislocation by tension band and ligament suture]. *Aktuelle Traumatol* **24**:133-9.
148. **Wirth, C. J., Zichner, L.** 2002. *Orthopädie und orthopädische Chirurgie*. Thieme, Stuttgart, New York.
149. **Wolter, D., and C. Eggers.** 1984. [Reposition and fixation of acromioclavicular luxation using a hooked plate]. *Hefte Unfallheilkd* **170**:80-6.

150. **Zanca, P.** 1971. Shoulder pain: involvement of the acromioclavicular joint. (Analysis of 1,000 cases). Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med **112**:493-506.

7 Abkürzungsverzeichnis

A.	Arteria
Abb.	Abbildung
ACG	Akromioklavikulargelenk
ADL	Aktivitäten des täglichen Lebens
agCS	alters- und geschlechtskorrelierter Constant Score
a.p.	anterioposterior
ca.	circa
CC	korakoklavikulär
cm	Zentimeter
CS	Constant Score
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
d.h.	das heißt
K-Draht	Kirschnerdraht
kg	Kilogramm
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
max	maximal
min	minimal
mm	Millimeter
MRT	Magnetresonanztomographie/-tomogramm
N.	Nervus
N	Newton
NU/M	mittleres Nachuntersuchungsintervall in Monaten
n= unters.	Anzahl der nachuntersuchten Patienten
NU	Nachuntersuchung
OP	Operation
Pat.-Nrn.	Patientennummern
PASTA	partial articular supraspinatus tendon avulsion
Proc.	Processus
R	Rockwood
PDS	Polydioxanonsulfat

SLAP	Superior Labrum Anterior to Posterior
SSV	Subjective Shoulder Value
T	Tossy
Tab.	Tabelle
v.Chr.	vor Christus
v.a.	vor allem

8 Danksagung

Ich danke Herrn Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. Norbert P. Haas, Direktor des Centrums für Muskuloskeletale Chirurgie Charité Berlin, für die Bereitstellung des Themas und die Ermöglichung einer Promotion.

Frau PD Dr. A. Gerber Popp danke ich für die anfängliche Betreuung und ganz besonders Herrn PD Dr. S. Greiner für die weiterführende Betreuung und die geduldige Begleitung der Arbeit.

Ich danke Frau Birgit Koch für ihre tatkräftige Hilfe bei den Nachuntersuchungen und den Befundrecherchen.

Meinem guten Freund Herrn Tim Rumler gebührt großer Dank, da ich ohne ihn diese Arbeit nicht begonnen hätte.

Herrn PD Dr. Dr. Hopfenmüller danke ich für die freundliche Beratung bei statistischen Fragestellungen.

Abschließend gilt mein ganz besonderer und allergrößter Dank meinen Eltern, meiner Frau Juliane und allen, die dazu beigetragen haben, diese Arbeit zu verwirklichen.

9 Lebenslauf

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

Mein Lebenslauf wird aus datenschutzrechtlichen Gründen in der elektronischen Version meiner Arbeit nicht veröffentlicht.

10 Publikationsliste

Mid to long-term results of open arcomioclavicular-joint reconstruction using polydioxanonsulfate cerclage augmentation

Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, 2009, Jun, 6, Vol 129, 735-40 (56)

Stefan Greiner, Jonas Braunsdorf, Carsten Perka, Sebastian Herrmann, Sven Scheffler

Department of Orthopedics, Center for Musculoskeletal Surgery, Charité -

Universitätsmedizin Berlin, Germany

Die operative Versorgung von AC Gelenksverletzungen Rockwood V: Stabilisierung mit Bosworth Schraube im Vergleich zur PDS Cerclage

Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie 2006, Berlin, 02.-06.10.2006

Meeting Abstract (P.2.1.2-282)

Stefan Greiner¹, Jonas Braunsdorf¹, Tim Rumler¹, Ariane Gerber Popp²

¹Department of Orthopedics, Center for Musculoskeletal Surgery, Charité -

Universitätsmedizin Berlin, Germany

²Orthopädische Chirurgie u. Traumatologie des Bewegungsapparates, Regionalspital Emmental, Burgdorf, Switzerland

Langzeitergebnisse der offenen AC-Gelenksrekonstruktion mittels PDS Cerclage

25. AGA-Kongress 2008 in Interlaken, Meeting Abstract (P48)

Stefan Greiner, Jonas Braunsdorf, Sebastian Herrmann, Sven Scheffler

Department of Orthopedics, Center for Musculoskeletal Surgery, Charité -

Universitätsmedizin Berlin, Germany

11 Eidesstattliche Erklärung

Ich, Jonas Benjamin Braunsdorf, erkläre, dass ich die vorgelegte Dissertationsschrift mit dem Thema: **„Langzeitergebnisse nach operativer Rekonstruktion des Akromioklavikulargelenkes mit Polydioxanonsulfat – Cerclage“** selbst ohne unzulässige Hilfe Dritter verfasst, dabei keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und auch in Teilen keine Kopien anderer Arbeiten übernommen habe.

Datum, Unterschrift